LA RIVISTA DI ELETTRONICA APPLICATA, TECNOLOGIE E PRODOTTI

FareELETTRONICA

N° 228 - GIUGNO 2004 - ANNO 20

€ 4,50 - Frs 9,00

PRATICAMENTE

- AMPLIFICATORI OPERAZIONALI: MIXER AUDIO STEREO A 2 CANALI

HARDWARE

- GLI STABILIZZATORI DI TENSIONE

TUTORIAL

- SMARTCARD: LE SMARTCARD A MEMORIA
- ALLA SCOPERTA DELL'OPTOELETTRONICA: I LED TRICOLORE
- PIC MICROCONTROLLER BY EXAMPLE: LA MEMORIA EEPROM

TECNOLOGIE SPERIMENTALI

- PROGETTIAMO UN RAZZO: CELLA DI CARICO AUTOCOSTRUITA

AUTOMAZIONE

- TELECONTROLLO VIA MODEM

MHZ

- INTRODUZIONE AI SISTEMI WIRELESS DIGITALI
- I PRIMI TENTATIVI DI DIFESA DAL FURTO DELL'AUTORADIO

COSTO ZERO

- ASCOLTIAMO I FILE MP3 SULLA NOSTRA VECCHIA AUTORADIO

ROBOMANIA

- INTRODUZIONE ALLA ROBOTICA: GLI ORGANI DI PRESA

SPECIALE SUMO ROBOTICO

REALIZZAZIONE DI UN ROBOT CINGOLATO PER MINISUMO

NOTEPAD

LA NUOVA RUBRICA CHE OGNI MESE VI PROPONE TANTI SCHEMI APPLICATIVI, IDEE DI PROGETTO E COMPONENTI

UN MICRO PLC "MILLEUSI"

COME CREARE IN CASA RADIOGRAFIE A RAGGI X

UN PRATICO ED ECONOMICO SISTEMA DI SVILUPPO PER CPLD

Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano. In caso di mancato recapito, restituire all'editore che si impegna a pagare la relativa tassa presso il CPM di Roserio - Milano

ISSN 1591-2272

editoriale

IL CIRCUITO "STAMPATO"...

Inizio questo mio intervento mensile per parlarvi di quello che è, a giusta ragione, la bestia nera di tutti gli hobbisti elettronici: il circuito stampato.
La parte più divertente dell'hobby elettronico è trovare la soluzione tecnica ad un problema, realizzarla e vederla funzionare con soddisfazione. Guardare con affetto quel pezzo di "millefori" che assomiglia ad un groviglio di fili e componenti, è sempre una gran soddisfazione, ma come la mettiamo con il lato estetico?
Qui arriva la nota dolente ed anche, a mio parere, la parte più scocciante: realizzare il circuito stampato. Al giorno d'oggi, per un hobbista, realizzare circuiti stampati è quanto mai semplice, sono infatti disponibili le tecniche più disparate - dal classico pennarello, ai "fogli blu", dalla vetronite presensibilizzata ai fogli per trasferimento a caldo - ma una cosa rimane costante in tutte queste tecniche, la più importante, tanto che può compromettere la buona riuscita dell'operazione: la stampa del disegno.
C'è chi fotocopia la pagina della rivista, chi ricopia il disegno su lucido utilizzando pennarelli e trasferibili, chi si rivolge ad un service esterno per il trasferimento su acetato, ma la maggior parte scarica il disegno dal nostro sito e lo stampa con esiti, purtroppo, non sempre positivi. Spesso, infatti, riceviamo messaggi da parte di alcuni lettori che non sono riusciti nell'impresa a causa di problemi di qualità con la stampa, ed hanno quindi ottenuto un circuito "non stampato".
Come risolvere il problema?
La Redazione di Fare Elettronica, sempre attenta alle vostre necessità, ha trovato una soluzione che è stata sperimentata con successo. Come avrete sicuramente notato, da un po' di tempo i vecchi disegni in tre dimensioni dei circuiti hanno lasciato spazio ai disegni "verdi" che simulano la realizzazione professionale del circuito stampato, fino a qui niente di speciale – direte voi – ma quando scaricate un circuito stampato dal sito di Fare Elettronica, nel file ZIP trovate sia l'immagine in formato bitmap sia un file con estensione *LAY*. Quest'ultimo è un formato generato da *SPRINT LAYOUT*, il programma che utilizziamo per il disegno dei circuiti. Cosa fare quindi con questo file? Semplice, potete scaricare dal sito di Fare Elettronica il reader gratuito (www.farelettronica.com/abacom) e stamparlo a vostro piacimento, ottenendo sempre la migliore qualità e non solo. Potete stampare il solo circuito oppure la serigrafia componenti, avendo a disposizione tutte le opzioni di stampa che meglio si adattano alla vostra stampante, oltre che essere sicuri che il disegno venga stampato in scala 1:1. Anche questo è un modo per consentire a voi lettori di personalizzare il layout dei circuiti presentati, mettendoci un po' della vostra fantasia.

Ma vediamo cosa riserva il numero che state per leggere, che siamo sicuri, allieterà le vostre prime giornate al mare sotto l'ombrellone.
Dalla copertina si evince che lo speciale di questo mese è dedicato alla robotica, in particolare ad una disciplina che sta riscuotendo molto interesse da parte degli appassionati: il *Mini SUMO*.
Vi spiegheremo cos'è questa disciplina e come si costruire un robot per partecipare alle competizioni che si svolgono in tutta Italia. Nei prossimi numeri abbiamo pronti tanti articoli sull'argomento e sulla robotica in generale.
Sempre sulla copertina noterete la presenza di un nuovo logo che vi accompagnerà per molti numeri, quello della neonata rubrica *NOTEPAD*. In questa rubrica, ogni mese, troverete tante idee di progetto e nuovi componenti da noi selezionati, insomma una raccolta da tenere sempre sotto mano. *Notepad* si affianca alle rubriche Mailbox, che risponde alle domande tecniche dei lettori e *Praticamente*, che spiega in un modo tutto nuovo l'elettronica. A questo punto abbiamo in mano un tris d'assi, ma per il poker ne servono quattro…
prossimamente scoprirete qual'è.
Continuano i tutorial sulle smartcard, missilistica amatoriale, stabilizzatori di tensione, robotica, optoelettronica, microcontrollori PIC, e ne inizia uno tutto nuovo dedicato alle tecnologie wireless.
Ritorna questo mese la rubrica dedicata alle biografie ed anche *Costo Zero*, mentre si ferma, per ovvi motivi, Scuolabus che vi dà appuntamento alla ripresa delle lezioni. Per un problema di carattere tecnico, *Vitamina C* questo mese non è presente, tornerà il prossimo numero con un lungo articolo dove si parlerà di linguaggio C nel mondo embedded.
Infine la parte "succulenta" con tanti progetti interessanti da realizzare subito e che coprono i campi più disparati: da un generatore di raggi X ad un micro PLC, da un sistema di sviluppo per CPLD ad un dispositivo per il telecontrollo via modem.

Il prossimo numero sarà, come di consueto, un numero doppio (si, anche noi andiamo in vacanza), ben 32 pagine in più tutte ricche di progetti; inoltre vi annunciamo che a Settembre Fare Elettronica sarà in edicola con un CD in allegato: *la libreria tecnica 2003/2004 della Microchip*.
Quindi non perdete i prossimi numeri e chiedete al vostro edicolante di metterne da parte una copia, non si sa mai…

Concludo il mio intervento, augurandovi una piacevole lettura e vi rinnovo l'appuntamento al prossimo numero in edicola a Luglio.

Tiziano Galizia
t.galizia@farelettronica.com

www.farelettronica.com

DIRETTORE RESPONSABILE:
GianCarmelo Moroni

DIRETTORE DI REDAZIONE:
Tiziano Galizia (t.galizia@farelettronica.com)

PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE:
Graficonsult - Milano (info@graficonsult.com)

HANNO COLLABORATO:
Maurizio Del Corso, Dario Mazzeo, Giovanni Lento, Alice Vezzaro, Nico Grilloni, Eugenio Cosolo, Stefano Innocenti, Fabrizio Patanè, Gabriele Guerrini, Andrea Perilli, Massimiliano Bracci, Giuseppe Modugno, Carlo Pria, Agostino Rolando, Salvatore Gioiosa, Sandro Romagnoli, Raffaello Bonghi, Marco Fabbri

DIREZIONE - REDAZIONE - PUBBLICITÁ
INWARE srl
Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504794 - 02.66504755 - Fax 02.66508225
info@inware.it - www.inwaredizioni.it

STAMPA:
ROTO 2000
Via Leonardo da Vinci, 18/20 - 20080 Casarile (MI)

DISTRIBUZIONE:
Parrini & C. S.p.a.
Viale Forlanini, 23 - 20134 Milano.
Il periodico Fare Elettronica è in attesa del numero di iscrizione al ROC

UFFICIO ABBONAMENTI
PARRINI & C. S.p.a. Servizio abbonamenti
Viale Forlanini, 23 - 20134 Milano
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
Telefono: 02.66504794 - Fax: 02.66508225
Email: abbonamenti@farelettronica.com

Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano
Abbonamento per l'Italia: € 39,00
Abbonamento per l'estero: € 99,00
Per la sottoscrizione degli abbonamenti, utilizzare il modulo stampato in ultima pagina.
Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, al seguente costo:
Numero singolo: € 7,50
Numero doppio: € 9,00

Autorizzazione alla pubblicazione del Tribunale di Milano n. 647 del 17/11/2003 INWARE srl.

Richieste di assistenza

Per richiedere assistenza o chiarimenti sugli articoli pubblicati, vi preghiamo di contattare l'autore, il cui nome ed indirizzo email è sempre riportato sotto il titolo dell'articolo stesso.
Nel caso ciò non fosse possibile potete scrivere a mailbox@farelettronica.com, ricordandovi di specificare il numero della rivista ed il titolo dell'articolo per il quale chiedete chiarimenti, oltre al vostro nome, cognome ed indirizzo email.
Tutte le richieste con informazioni insufficienti o anonime non saranno prese in considerazione.

Collaborare con Fare Elettronica

La redazione di Fare Elettronica è alla ricerca di collaboratori per la stesura di articoli, progetti, tutorials, rubriche e libri.
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate a Tiziano Galizia (t.galizia@farelettronica.com) e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.

Come contattarci

Indirizzo email della Redazione:
redazione@farelettronica.com
Indirizzo email dell'Ufficio Abbonamenti:
abbonamenti@farelettronica.com
I nostri numeri telefonici:
Telefono 02.66504794 Fax 02.66508225
Il nostro indirizzo postale:
INWARE Edizioni
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)

Elenco inserzionisti

Artek	43-97
Compendio Fiere	15-69
Elettroshop	103
Elettroterm	9
Eurocom	33
Futura	11-81
G.P.E. kit	73
Grifo	II cop
Parsic	29-51
Pianeta Elettronica	21
Pic Facile	87
Sandit	91
Scula RadioElettra	IV cop

SOMMARIO

hardware

TinyPLC: indicatore di livello a 4 canali — 34
di Dario Mazzeo

Gli stabilizzatori di tensione (seconda parte) — 44
di Nico Grilloni

Hardware per lo sviluppo di CPLD XILINX (prima parte) — 58
di Agostino Rolando

biografia

Alessandro Volta — 48
di Alice Vezzaro

praticamente

Amplificatori operazionali: mixer audio stereo a 2 canali — 52
di Maurizio Del Corso

costo zero

Ascoltiamo i files MP3 con la nostra vecchia autoradio stereo — 70
di Gabriele Guerrini

tutorial

Alla scoperta dell'optoelettronica: I led tricolore — 16
di Andrea Perilli

PIC® Microcontroller By Example (ottava parte) — 20
di Tiziano Galizia e Sergio Tanzilli

Smartcard(seconda parte): le smartcard a memoria — 22
di Giuseppe Modugno

tecnologie sperimentali

Apparecchiatura semplice ed economica per la produzione di raggi X — 40
di Giovanni Lento

Progettiamo un razzo (ottava parte): cella di carico autocostruita — 74
di Eugenio Cosolo, Stefano Innocenti e Fabrizio Patanè

automazione

Remodata: il telecontrollo via modem — 86
di Salvatore Gioiosa

Mhz

I primi tentivi di difesa dal furto dell'autoradio — 82
di Carlo Pria

Introduzione ai sistemi wireless digitali (prima parte) — 92
di Sandro Romagnoli

robomania

Il sumo robotico — 100
di Raffaello Bonghi

Minisumo cingolato — 104
di Marco Fabbri

Introduzione alla robotica: gli organi di presa — 108
di Massimiliano Bracci

rubriche

Mailbox — 6

News — 8

Notepad — 12

Le fiere e mostre mercato di Luglio e Agosto 2004 — 85

In Vetrina:

CDROM 2003: un anno "di Fare Elettronica" — 112

Dubbi, perplessità, malfunzionamenti, opinioni, commenti o richieste?

Inviateli a: **mailbox@farelettronica.com**

Oppure scriveta a:
Mailbox - Redazione di Fare Elettronica
Inware srl
Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)

Le lettere più interessanti saranno pubblicate in queste pagine.
Per quanto possibile, inoltre, cercheremo di dare una risposta privata a chiunque ci scriverà via email.

D LA SCELTA DEL TRANSISTOR GIUSTO

Come faccio a capire che voltaggio devo dare ad un transistor per farlo entrare in funzione senza danneggiarlo? Ho capito bene o male la funzionalità di un transistor, e cioè bisogna dare una determinata tensione alla base del transistor affinché questo si polarizzi e consenta il passaggio della corrente, altrimenti se la tensione è più bassa il transistor va in interdizione e non fa passare la corrente (correggetemi se sbaglio). Quindi allora in base a che cosa devo scegliere di mettere un transistor anziché un'altro in un determinato circuito?

Luigi Rapisarda

R Esistono due tipi di famiglie di transistori: i BJT (Bipolar Junction Transistor) ed i FET (Field Effect Transistor). Dato che dei FET (in particolare dei MOSFET) ne abbiamo parlato in mailbox sul numero 224 di Febbraio 2004, approfittiamo di questa domanda per chiarire il funzionamento dei transistori bipolari a giunzione (BJT). Un transistore BJT viene comandato mediante la corrente che viene inviata nel terminale di base. Un transistore può essere utilizzato come interruttore comandato (ON/OFF) oppure come amplificatore. Con riferimento alle caratteristiche riportate in figura 1, si identificano tre zone di funzionamento: zona di saturazione, in cui il transistore BJT si comporta come un interruttore chiuso; zona di interdizione (interruttore aperto); zona attiva (per l'uso come amplificatore).
La scelta della zona di funzionamento avviene mediante la rete di polarizzazione del transistor la quale fissa un valore della corrente di base e di collettore per il dispositivo. Immettendo una grande corrente di base (dell'ordine del milliampere) il transistore si porterà nella zona di saturazione e la tensione tra il suo collettore ed il suo emettitore, scenderà a circa 0,2V. Una corrente di base pari a zero porta il transistore all'interdizione per cui anche la corrente di collettore sarà nulla e la tensione tra collettore ed emettitore raggiungerà il valore del positivo di alimentazione. Correnti di base dell'ordine di qualche microampere garantiscono il funzionamento in regione attiva, quindi come amplificatore.
La scelta del transistore da usare dipende dalla funzione che il dispositivo dovrà assolvere una volta inserito nel circuito. Vi sono BJT particolarmente adatti ad applicazioni come amplificatori audio, altri

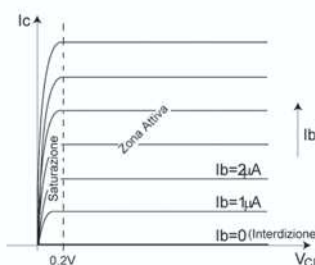
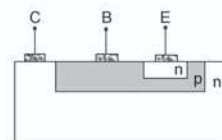
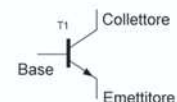
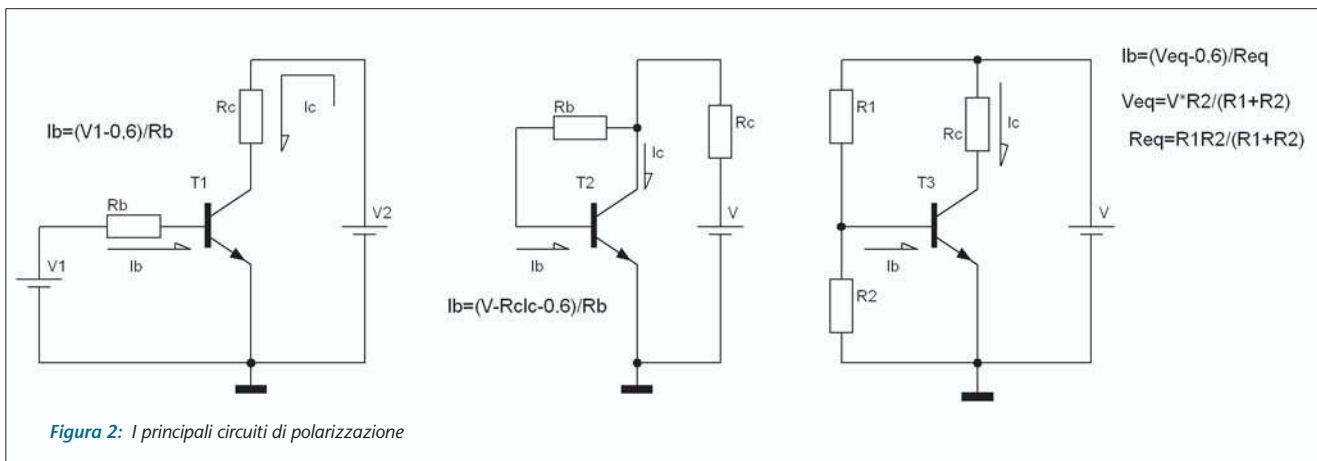



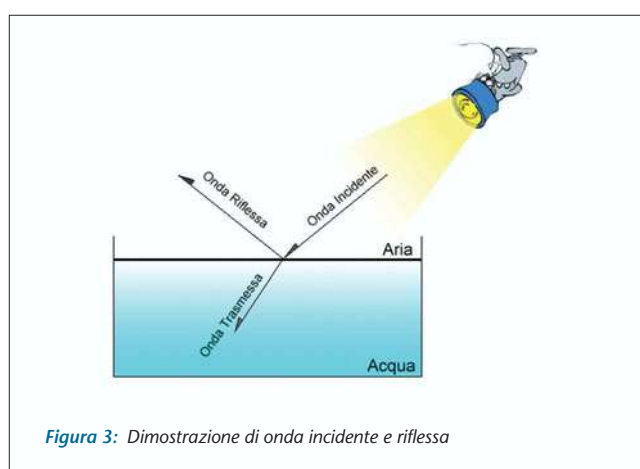
Figura 1: Zone di funzionamento di un transistore BJT

Figura 2: I principali circuiti di polarizzazione

che sono più adatti per applicazioni video (quindi possono lavorare a frequenze più elevate), altri ancora che sono stati appositamente studiati per applicazioni digitali (quindi come interruttori comandati).
Nel caso si intenda usare un transistore BJT come interruttore comandato, un altro parametro di scelta è la corrente di collettore massima sopportabile dal dispositivo che deve essere dimensionata a seconda del carico che dovrà essere pilotato (un relè, una resistenza, un altro transistore…).
Se invece si vuol sviluppare un amplificatore, diviene allora fondamentale il parametro hfe che indica quanto viene amplificata la corrente di base, nel caso di funzionamento in regione attiva. Il parametro hfe, noto anche come guadagno di corrente dinamico, è infatti definito come rapporto tra la corrente di collettore (quindi di uscita) e quella di base: un buon transistore per applicazioni audio, avrà un hfe dell'ordine di 100-200 il che significa che la corrente di collettore è 100-200 volte maggiore di quella di base.
Sui siti internet dei costruttori, si possono scaricare i fogli tecnici dei transistori sui quali sono riportati tutti i parametri essenziali, tra cui il grafico della caratteristica, il valore di hfe, la massima corrente sopportabile sul collettore (IcMAX), nonché altri importanti parametri ed una breve descrizione delle applicazioni a cui il dispositivo è destinato.
Per scegliere la corrente di base, quindi la zona di funzionamento del transistor si utilizzano circuiti di polarizzazione standard dei quali riportiamo i principali nella figura 2.

D ONDE STAZIONARIE

Spettabile Redazione, sono un appassionato di apparecchi radio CB e spesso sento parlare di ROS, SWR e onde stazionarie. Cosa sono fisicamente queste grandezze?
Grazie per la vostra risposta e complimenti per la rivista.

Mario D'Ambrosio

Figura 3: Dimostrazione di onda incidente e riflessa

R Provate a riempire un contenitore trasparente con dell'acqua e illuminarlo con una torcia dirigendo il fascio di luce sulla superficie dell'acqua. La situazione sarà quella riportata nella figura 3.
Questa situazione si verifica ogni qualvolta un'onda elettromagnetica (come la luce o le onde radio) passa attraverso due mezzi diversi (aria e acqua nell'esempio).
L'onda incidente e quella riflessa si sommano tra loro e se il picco positivo di una coincide con il picco positivo dell'altra, il risultato è un'onda stazionaria di ampiezza non trascurabile che, nel caso di onde radio può provocare danni al trasmettitore. Nel caso di applicazioni radio, i due mezzi diversi sono il cavo d'antenna ed il connettore, ma anche l'antenna stessa ed il relativo cavo.
Il rapporto d'onda stazionaria, detto anche ROS o SWR, è un indice di quanto siano rilevanti le onde stazionarie nel sistema. Il valore del ROS è maggiore o uguale ad 1 e, nel caso sia unitario, significa che non vi sono onde stazionarie e la linea si dice adattata (assenza di onda riflessa). Il ROS si può misurare con un ROS-metro (o SWR-meter) e deve risultare inferiore ai valori di soglia indicati dai costruttori delle apparecchiature radio.

NEWS

417

*Questo spazio è gentilmente offerto da **EONews**, il Quindicinale di notizie e commenti per l'industria elettronica di **VNU Business Publications Italia**.*

IDEE DI PROGETTO: LA NUOVA INIZIATIVA SUL WEB DI ELETTRONICA OGGI

"Idee di progetto – Design Ideas" è la nuova rubrica di Elettronica Oggi che è stata lanciata dal mese di Settembre 2003. Caratteristica saliente di questa nuova iniziativa è che sarà completamente ed esclusivamente on line ed accessibile dal sito www.ilb2b.it.
L'obbiettivo principale è creare una vera e propria libreria di idee alla quale tutti coloro che operano in maniera professionale nel mondo dell'elettronica possano "catturare" informazioni e suggerimenti utili per il loro lavoro quotidiano. Questo nuovo strumento vi permette di scaricare, con un solo click, tutte le risorse necessarie per risolvere velocemente qualsiasi problema e, in ultima analisi, minimizzare il time to market.

CONVERTITORI DC/DC POINT-OF-LOAD

I convertitori DC/DC POL (Point-of-Load) non isolati, recentemente annunciati da Astec Power (Claitron), si rivolgono alle applicazioni wireless, ottiche, di rete, di storage e ai sistemi industriali. La serie ATH comprende dispositivi con un valore di corrente compreso fra 6 e 30 A e un'efficienza che può raggiungere il 96%. Questi dispositivi sono totalmente compatibili con le specifiche stabilite recentemente dalla POLA (Point-of-Load Alliance), che garantiscono agli OEM la certezza di forniture da sorgenti multiple e i vantaggi che derivano dalla disponibilità di prodotti interoperabili, fra loro compatibili al 100%. Uno dei principali vantaggi della serie ATH è la tecnologia di sequenziamento AutoTrack, che consente a più moduli di potenza di seguire le reciproche tensioni d'uscita, o anche una tensione di controllo esterna fornita dal sistema di alimentazione.
Questa funzione garantisce un preciso controllo della tensione d'uscita in fase di accensione e di spegnimento nella sequenza corretta, senza richiedere l'aggiunta di circuiti esterni.

readerservice.it *417 - 51*

KIT DI SVILUPPO

Il nuovo kit di sviluppo WirelessUsb Ls Gamespeed (Cy3633), reso disponibile da Cypress Semiconductor, permette ai costruttori di controllori per videogame e periferiche per console di gioco di predisporre, in modo semplice ed affidabile, i loro dispositivi per il funzionamento in modalità wireless a 2,4 GHz. Trasforma una scheda di sviluppo in un gamepad e l'altra in un ricevitore; mette a dsposizione il codice richiesto per garantire un supporto bidirezionale e wireless ai giocatori di videogame.

readerservice.it *417 - 52*

IC SMART CARD

Emtcg256-3G è la sigla di un Ic smart card basato su memoria flash progettato da Em Microelectronic (Ebv Elektronik) per usi in schede Java e Sim per telefoni cellulari Gms, nonché per applicazioni di schede fedeltà, sanitarie e banking. Funziona con alimentazioni da 5 a 1,8 V, rendendolo compatibile con l'ultima generazione di telefoni cellulari Gsm a bassa potenza.
Vantaggio chiave di questo Ic è la flessibilità di memoria, che contiene 256 kB di pura memoria flash.

readerservice.it *417 - 54*

DECODER PER TV DIGITALE VIA CAVO

STMicroelectronics ha presentato la prima soluzione basata su un singolo chip, che permette ai telespettatori di ricevere via cavo i canali televisivi digitali, utilizzando un televisore analogico. Il dispositivo QAMi5516 implementa le funzioni del demodulatore del segnale QAM trasmesso via cavo, e il decodificatore del flusso video MPEG, che esegue la decompressione del segnale digitale. Il circuito integrato è particolarmente studiato per gli attuali STB usati per la ricezione via cavo di trasmissioni digitali; la CPU interna, ad alte prestazioni, e le funzioni grafiche avanzate lo rendono la scelta ideale per STB a basso costo. Oltre il 70% degli STB commercializzati in questo mercato sono basati sui chip della ST. Il componente QAMi5516 rispetta le specifiche richieste per gli STB per trasmissioni via cavo, è supportato da molti sviluppatori di software, e supporta tutti i principali sistemi di accesso condizionale e middleware.

readerservice.it *417 - 55*

CONTROLLORE PWM SINCRONO A DOPPIA USCITA

Il circuito integrato di controllo Iru3073 destinato ai convertitori Dc-Dc ad alte prestazioni e doppia uscita messo a punto da

International Rectifier concerne un dispositivo versatile, progettato per la realizzazione di regolatori buck sincroni compatti e ad alte prestazioni adatti ad un'ampia gamma di applicazioni, quali i circuiti di pilotaggio di memorie Ddr, le schede grafiche per computer, i computer da tavolo e le schede madri per server. Funziona con una singola tensione di alimentazione a 5 o 12 V e ad una frequenza di commutazione programmabile compresa tra 200 e 400 kHz.

readerservice.it 417 - 57

SOLUZIONE SU SINGLE CHIP PER STB

STMicroelectronics ha annunciato la prima soluzione basata su un singolo chip, che permette di ricevere i canali TV digitale terrestre (DTT, digital terrestrial TV) con un televisore analogico. Il nuovo DTTi5516 implementa la funzione di demodulatore terrestre – il 'front end' dell'apparato di conversione digitale (DCB) e la decodifica MPEG, che permette la decompressione del segnale digitale. Il componente DTTi5516 può essere utilizzato in tutti gli attuali decoder per TV digitale terrestre per la ricezione di trasmissioni gratuite; inoltre le sue prestazioni e le sue avanzate caratteristiche grafiche lo rendono ideale per i decoder digitali a basso costo per TV, che utilizzano la piattaforma DVB-MHP.

readerservice.it 417 - 58

CHIP SINTONIZZATORI

I chip sintonizzatori Tda8262 e Tda8263 di Philips consentono implementazioni rapide e semplici di ricezioni satellitari digitali. Facilitano tutto il progetto della scheda circuitale poiché vengono posizionati sulla scheda principale stessa. Inoltre, il livello di integrazione permette di ridurre drasticamente la quantità dei materiali impiegati. Con prestazioni tecniche supe-

riori, dimensioni contenute e requisiti di bassa potenza, non sono soltanto conformi alle norme Dvd-S/Dss, ma soddisfano anche tutti gli standard mondiali in uso per ricezioni satellitari.

readerservice.it 417 - 59

MICROCONTROLLER PER APPLICAZIONI AUTOMOTIVE

Fujitsu ha annunciato un nuovo microcontroller 16Lx (Mb90F897) nato per completare il portafoglio di microcontroller con interfaccia Can. È stato progettato per le applicazioni di controllo del corpo vettura e per le applicazioni legate al comfort.
Nei sistemi automatici di condizionamento, di controllo delle luci, di controllo dei sedili e di rilevamento, supporta le funzioni di comfort e di sicurezza del guidatore e dei passeggeri.
È disponibile in versione con funzionamento a 125 gradi C ed è compatibile a livello di pin con i modelli Mb90385 e Mb90455.

readerservice.it 417 - 60

CONVERTITORE A/D A 8 BIT CON VELOCITÀ SUPERIORE AL GHZ

National Semiconductor (Lasi Elettronica) ha annunciato l'introduzione di un convertitore A/D con elevate prestazioni, caratterizzato da una dissipazione di potenza inferiore del 75% rispetto ad analoghi prodotti presenti sul mercato. Il nuovo ADC08100 è in grado di digitalizzare i segnali con una risoluzione di 8 bit alla velocità di campionamento di 1,6 GHz, dissipando solo 1,4 W con una tensione di alimentazione nominale di 1,9 V. Grazie a tali caratteristiche, il nuovo ADC è il convertitore ideale nella strumentazione di misura e collaudo e negli apparati di comunicazione.
ADC081000 è il primo membro di una nuova famiglia di convertitori A/D che operano nel range del GHz e sarà seguito nella seconda metà dell'anno da una versione doppia e nel 2005 da modelli con velocità ancora più elevate.

readerservice.it 417 - 61

PRODOTTI PER IL CONTROLLO DEI MOTORI

Uno dei numerosi dispositivi di microcontrollo Microchip destinati al controllo dei motori - il nuovo 18 pin Pic16F716- prevede un modulo Eccp capace di supportare la gestione dei motori bidirezionali in corrente continua a spazzole.
Il modulo offre quattro uscite Pwm, il controllo programmabile della dead-band e funzioni shutdown di sicurezza.
Prevede anche un Pbor e quattro canali a 8 bit di conversione Adc. Tra gli altri dispositivi particolarmente adatti alle applicazioni di controllo spiccano la famiglia Pic18Fxx31, la famiglia di controller Dsc a 16 bit dsPic30F e la famiglia Pic16F7x7.
È anche offerta una linea completa di prodotti analogici e d'interfaccia.

readerservice.it 417 - 63

SOLUZIONE SINGLE CHIP PER SISTEMI D'INFORMAZIONE

Il microprocessore Sh7770 di Renesas Technology utilizza il core Cpu della famiglia Sh7770 SuperHtm ed offre motori integrati per la grafica bidimensionale e tridimensionale con svariate funzioni di disegno, inclusa quella per tracciare mappe.
Unitamente ad una funzione Gps baseband oltre 50 altri moduli periferici sono incorporati nel dispositivo, ciò rappresenta la soluzione integrata ideale, single chip, per i sistemi di informazione destinati alle automobili, come i dispositivi per la navigazione automobilistica di prossima generazione.

readerservice.it 417 - 64

MOSFET PER CONVERTITORI DC-DC

International Rectifier ha aggiunto tre nuovi dispositivi alla propria famiglia di Mosfet DirectFet. I nuovi componenti da 20 V a canale N Irf6623, Irf6620 ed Irf6609 sono stati ottimizzati per l'impiego negli alimentatori Vrm 10 e nei convertitori Dc-Dc ad alte frequenze e correnti. Sono rivolti ai futuri processori Intel ed Amd nei server e nei computer desktop di fascia alta, oltre che ai sistemi evoluti di telecomunicazione e trasmissione dati.

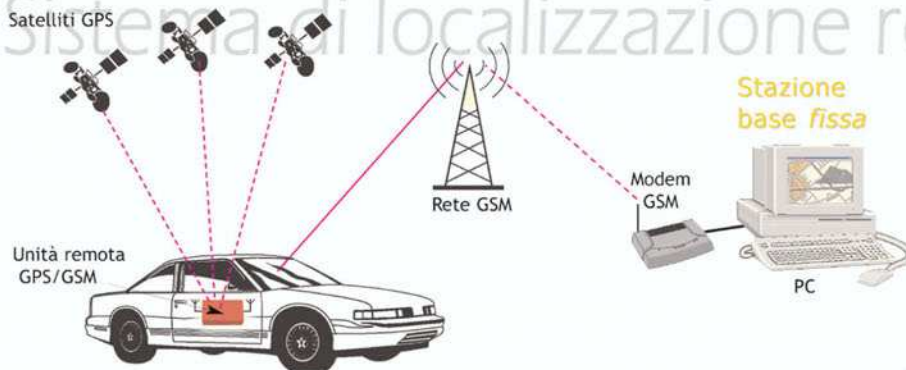
readerservice.it 417 - 65

COME OTTENERE MAGGIORI INFORMAZIONI

EONews offre il servizio "reader service" che vi consente, utilizzando l'apposito codice riportato alla fine di ogni news, di ricevere maggiori informazioni.

Visitate il sito **www.readerservice.it** e compilate la cartolina virtuale con i vostri dati, il numero della rivista, questo mese il **417**, ed i numeri di reader service presi dalle notizie che vi interessa approfondire.

EONEWS provvederà, tempestivamente, a contattare le aziende interessate, che invieranno al vostro indirizzo tutta la documentazione disponibile.

Sistema di localizzazione remota GPS/GSM

Sistema di controllo a distanza GPS/GSM in grado di stabilire la posizione di un veicolo e di ascoltare quanto viene detto all'interno dello stesso.
Il sistema è composto da un'unità remota (montata sulla vettura) e da una stazione base che utilizza un PC, un'apposito software di connessione, un software cartografico con le mappe dettagliate di tutta Italia ed un modem GSM per il collegamento. Per l'ascolto ambientale è sufficiente l'impiego di un telefono fisso o di un cellulare.

Il REM2004 comprende tutti gli elementi hardware e software necessari per realizzare una stazione base con la quale visualizzare in tempo reale la posizione di un'unità remota GSM/GPS, scaricare i dati relativi al percorso, programmare tutte le funzioni, visualizzare i dati storici, eccetera. L'unico elemento non compreso è il PC. Il software di gestione è compatibile con l'unità remota con memoria FT521K. Per la connessione all'unità remota questo sistema utilizza un modem GSM che deve essere reso attivo con l'inserimento di una SIM card valida. La SIM card non è compresa. Il set REM2004 è composto dai seguenti elementi:

- Modem GSM bibanda GM29;
- Antenna a stilo GSM bibanda con cavo di connessione;
- Alimentatore da rete per modem GM29;
- Cavo seriale DB9/DB9 per collegamento al PC;
- Software di connessione e gestione REM2004 (SFW521);
- Software di gestine cartografica Fugawi 3.0 con chiave hardware (USB);
- CD con mappe stradali di Italia, Svizzera e Austria EUSTR2).

Disponibili mappe dettagliate di tutta Europa.

REM2004 Euro 560,00

Compatta unità remota di localizzazione e ascolto ambientale che utilizza le reti GPS e GSM per rilevare la posizione del veicolo e trasmettere i dati alla stazione di controllo. Il circuito dispone inoltre di un sistema di ascolto ambientale. L'unità remota comprende anche il ricevitore GPS con antenna integrata, l'antenna GSM ed il microfono preamplificato.

Caratteristiche elettriche generali

Alimentazione 12 VDC; Assorbimento a riposo: 110 mA (GPS attivo); Assorbimento in collegamento: 380/480 mA; Memoria dati: 8.192 punti; Sensibilità microfonica max -70 dB; Dimensioni: 35 x 70 x 125 mm (esclusa antenna GPS); Sensore di movimento al gas di mercurio.

Funzionalità

Completamente teleconfigurabile; Password di accesso; Funzionamento in real time; Memorizzazione dati su remoto (8.192 punti); Tempo di polling regolabile; Sensore di movimento programmabile; Attivazione GPS programmabile; SMS di allarme gestito da sensore di movimento; Verifica tensione di batteria con gestione SMS di allarme; Ascolto ambientale configurabile da remoto;

Sezione GPS

Ricevitore GPS 12 canali con antenna attiva; Tecnologia SiRF II Low Power; Sensibilità - 170 dBW; Uscita seriale a 4800 Bps; Protocollo NMEA; 0183 V2.2; Tempo di (ri)acquisizione 38 o 8 (ri) secondi; Dimensioni 59 x 47 x 21 mm; Assorbimento inferiore a 90 mA; Tensione di alimentazione 5 V DC; Batteria di back-up interna; Temperatura di lavoro -40°C / + 80°C.

Sezione GSM

Modulo GSM/GPRS GM47; Banda 900/1800 MHz; Classe 4 (2W @ 900 MHz); Classe 1 (1W @ 1800 MHz); Alimentazione 3,6 VDC; Assorbimento a riposo 5 mA; Assorbimento in comunicazione 250/350 mA; Short Messages Service (SMS); Circuito asincrono dati non transparente fino a 9.6 kbps; Temperatura di lavoro -25°C to +55°C; Dimensioni 50 x 33 x 7.2mm; Peso 18.5g.

FT521 Euro 480,00

Tutti i prezzi sono da intendersi IVA inclusa.

Ricevitori ed antenne GPS

GPS910 Euro 138,00

Completo ricevitore GPS miniaturizzato con antenna incorporata basato su tecnologia SiRF.
- Capacità di gestire 12 satelliti contemporaneamente;
- protocollo di trasmissione tipo NMEA;
- tempo di acquisizione dei satelliti da 0,1 a 48 sec;
- tempo di rinfresco 1 sec.

Versione seriale.
Studiato per un collegamento al PC, dispone di connettore seriale a 9 poli e MiniDIN PS/2 da cui preleva l'alimentazione.

Versione USB
Dispone di un connettore standard USB da cui preleva anche l'alimentazione. Completo di software di installazione.

GPS910U Euro 138,00

RICEVITORE: SiRF II Low Power, 12 canali
SENSIBILITA': - 170 dBW
ANTENNA: attiva, incorporata
PROTOCOLLO: NMEA 0183 V2.2
PRECISIONE ORIZZ: 15 m 95° (SA off)
PRECISIONE VERT: 40 m 95% (SA off)
PRECISIONE VELOCITA': 0,1 m/sec
PRECISIONE TEMPORALE: 1 µsec
DIMENSIONI: 59 x 47 x 21 mm
ASSORBIMENTO: inferiore a 90 mA
LED: Si illumina in presenza di segnale valido all'uscita (fix)
TEMPERATURA OP: -40°C / + 80°C
UMIDITA' MASSIMA: 95%
CONTENITORE: plastico a tenuta stagna con base magnetica.

GPS901 Euro 25,00

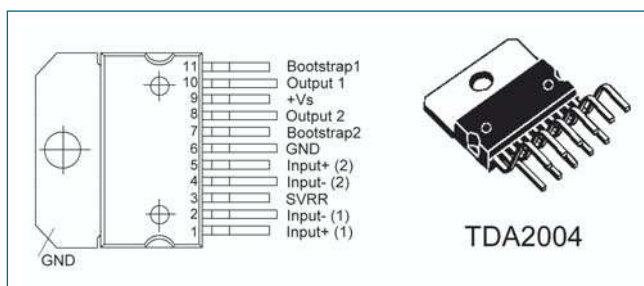
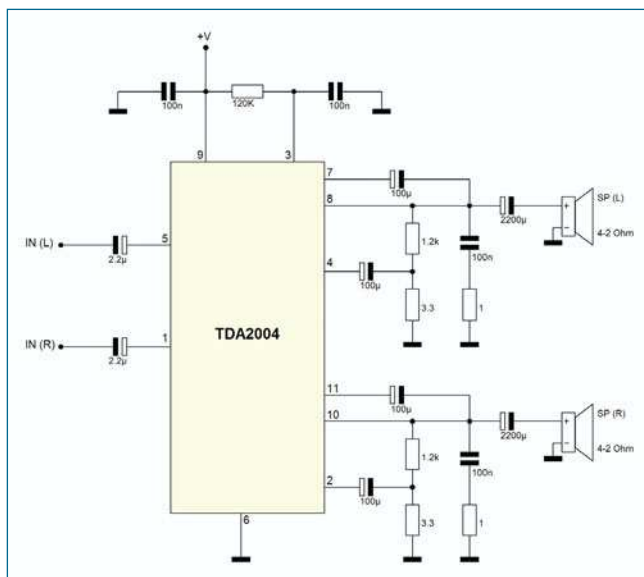
Piccolissima ed economica antenna attiva GPS ad elevato guadagno munita di base magnetica. Può funzionare in abbinamento a qualsiasi ricevitore GPS dal quale preleva la tensione di alimentazione.

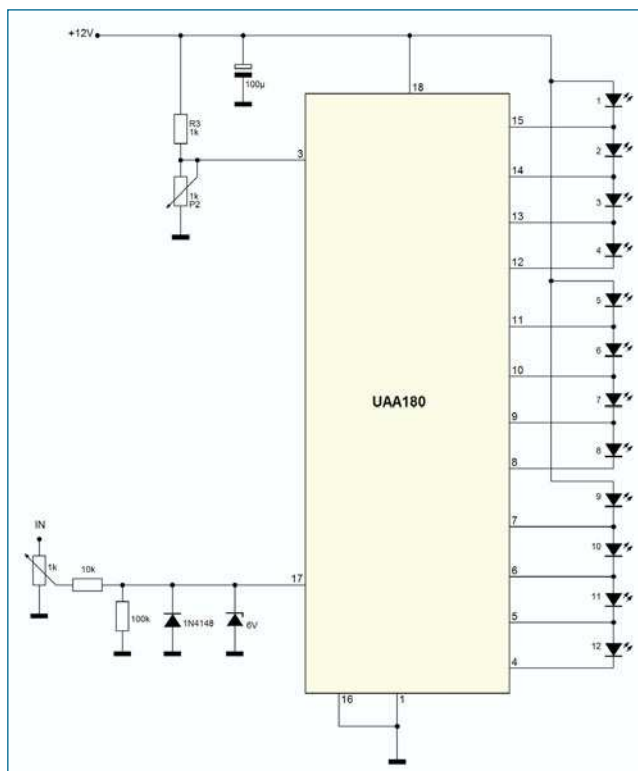
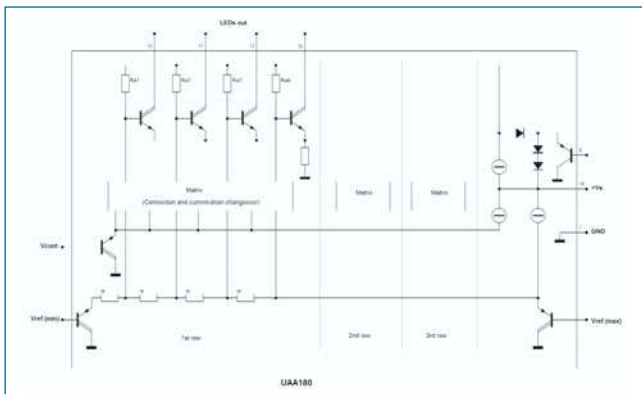
Caratteristiche elettriche: Frequenza di lavoro: 1.575,42 MHz, VSWR: 1.5 max, Guadagno: 27 dB, Alimentazione: 3 ÷ 5 VDC, Assorbimento: 22 mA, Dimensioni: 50 x 50 x 17 mm, Peso: 110 grammi, Cavo: RG174 (5 metri), Connettore: MCX 90°.

Dal blocco note di Fare Elettronica una raccolta di idee da tenere sempre a portata di mano

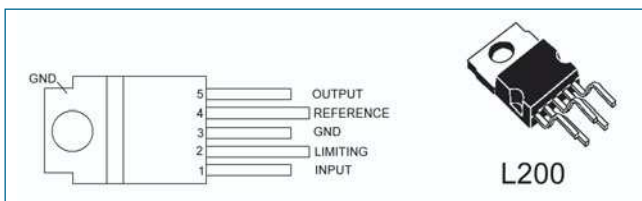
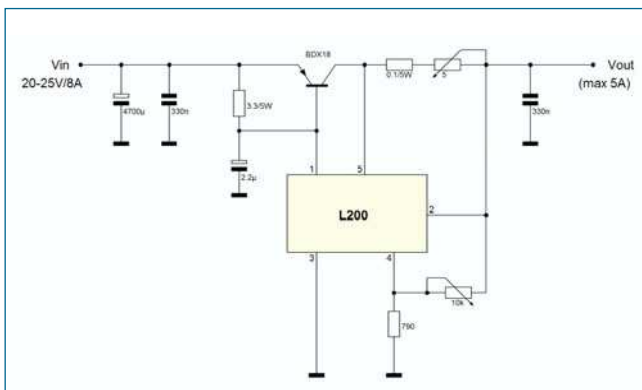
Questa rubrica ha lo scopo di fornire degli schemi applicativi o idee di progetto dei componenti elettronici più interessanti, selezionati per voi dalla redazione. Tutti gli schemi presentati sono elaborazioni di quelli ufficiali proposti dai produttori nella documentazione del componente stesso.

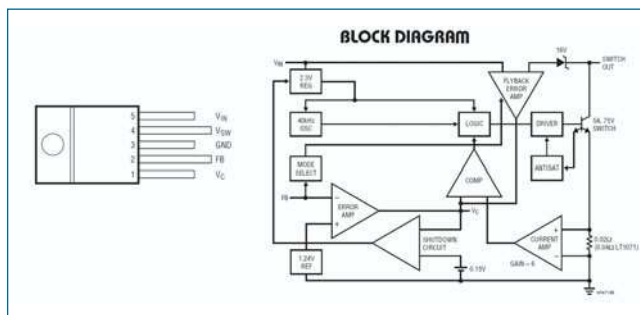
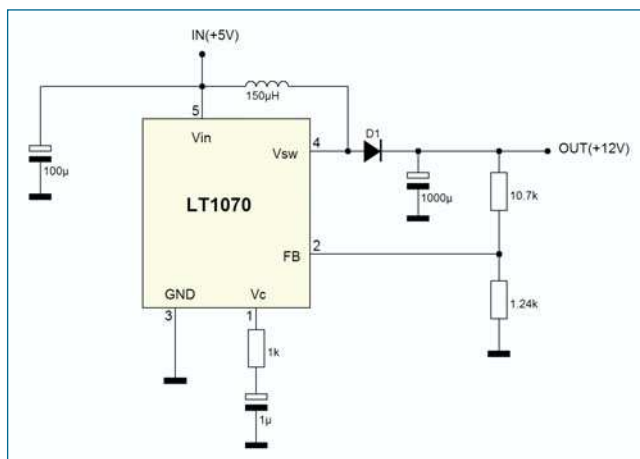
TDA2004: AMPLIFICATORE PER AUTO 10+10W — 1

Il TDA2004 è uno storico componente nato per la realizzazione di amplificatori audio per car stereo. Nell'applicazione di figura è impiegato come amplificatore stereo da 10Watt per canale su carico di 4 Ohm. L'alimentazione non deve superare i 18Volt mentre il carico può essere anche da 2 Ohm. Alimentando con +16Volt ed utilizzando un carico da 2 Ohm si ottengono 12Watt per canale. Il TDA2004 dovrà essere ancorato ad una aletta di raffreddamento per favorire la dissipazione del calore.

VU-METER CON UAA180 — 2

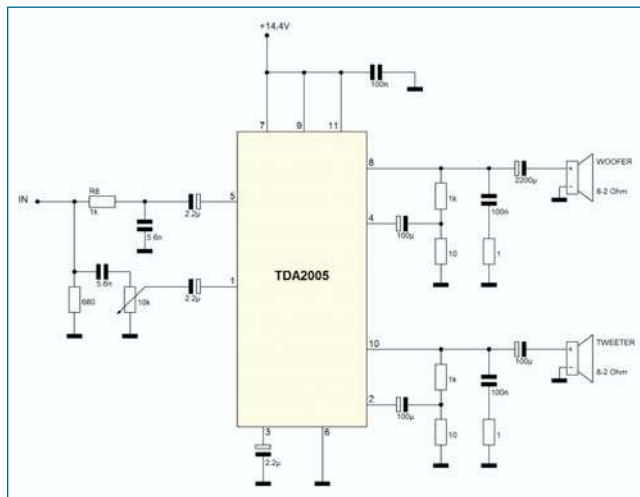
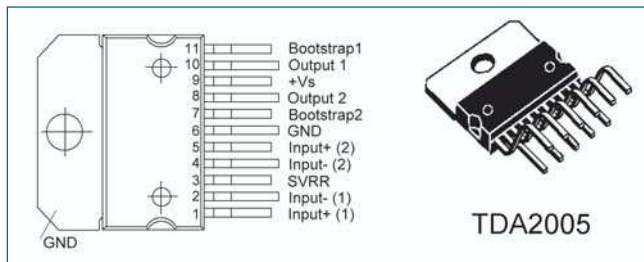
UAA180 è un integrato in grado di pilotare fino a 12 LEDs. A seconda del valore della tensione di ingresso,

i LEDs in uscita verranno accesi formando una barra luminosa. Con una circuiteria esterna è possibile variare la luminosità dei LEDs e l'accensione di due LEDs consecutivi può essere impostata "smooth" (graduale) o "abrupt" (brusca). Lo schema a blocchi del UAA180 ed una sua applicazione come VU-Meter sono riportate nelle figure precedenti.

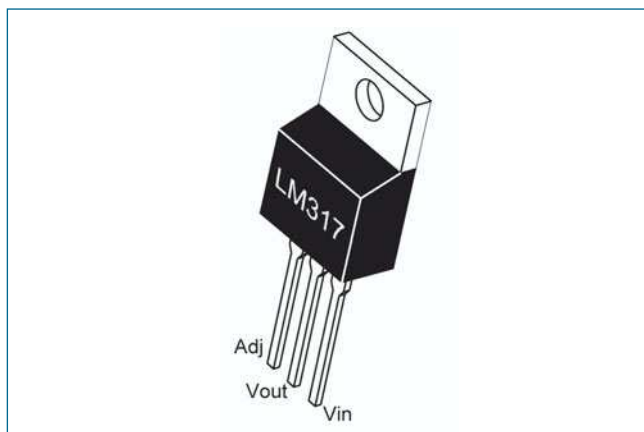
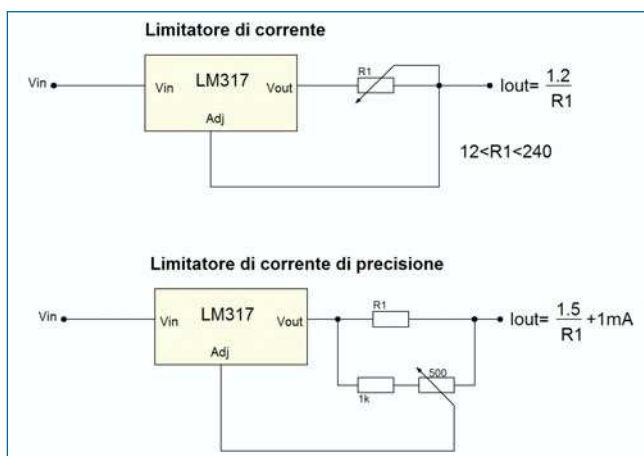
ALIMENTATORE DA 5A CON L200 — 3

L200 è un regolatore di tensione monolitico integrato che consente la regolazione della tensione e della corrente in uscita. Dotato di protezioni contro cortocircuiti, sovratensioni in ingresso, sovrariscaldamento, L200 trova largo impiego nella sostituzione dei regolatori fissi in cui è richiesta una alta precisione nel valore della tensione di uscita. In figura il pin-out ed una applicazione come alimentatore da 5ª a tensione di uscita e corrente di uscita variabili.

CONVERTITORE DC-DC CON LT1070 — 4

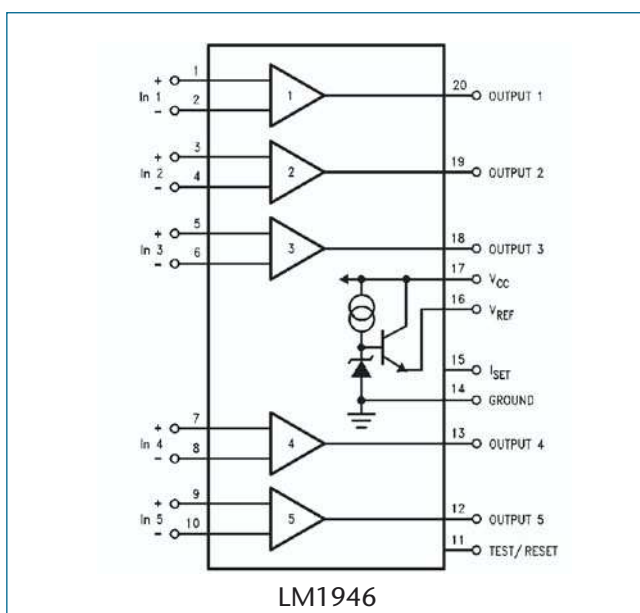
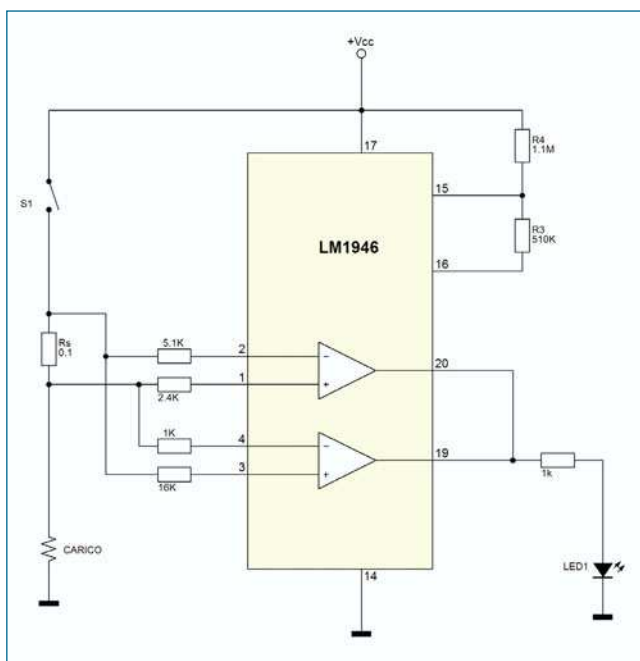
LT1070 è un regolatore switching integrato ad alta efficienza che può essere impiegato in alimentatori switching nelle configurazioni standard: buck, boost, flyback, forward, invertine e "Cuk". Opera con tensioni di ingressi da 3 a 60V ed è in grado di fornire in uscita una potenza di 100W senza utilizzare sistemi di potenza aggiuntivi. In figura una tipica applicazione come convertitore DC-DC: un circuito in grado di fornire in uscita una tensione continua di 12V (max 1A) a partire da una tensione continua di ingresso di 5V

TDA2005: AMPLIFICATORE 20W A DUE VIE — 5

Il TDA2005 è un amplificatore in classe B. Nell'applicazione di figura è impiegato come amplificatore a singolo canale in grado di fornire due uscite (woofer e tweeter) separate in frequenza. La frequen-

za di taglio è circa 2KHz, l'alimentazione non deve superare i 18Volt mentre il carico può essere anche da 2 Ohm. Alimentando con +14.4Volt ed utilizzando un carico da 2 Ohm si ottengono 20Watt. Il costruttore suggerisce l'applicazione di una aletta di raffreddamento per favorire la dissipazione del calore.

REGOLAZIONE DI CORRENTE CON LM317 — 6

LM317 è un regolatore di tensione monolitico integrato in grado di fornire, mediante l'uso di due soli resistori esterni, tensioni variabili da 1,2V a 37V con una corrente massima di 500mA. Dotato di protezione interna contro corto circuiti, surriscaldamento e sovratensioni in ingresso, questo componente è largamente utilizzato non solo come regolatore di tensione. In figura è rappresentata una applicazione come regolatore di corrente.

SENSORE DI CORRENTE CON LM1946 — 7

Il Circuito integrato LM1946 della National Semiconductor, contiene cinque comparatori che possono essere usati per il monitoraggio di carichi ed in particolare segnalare il livello di corrente che attraversa ciascun carico. La corrente viene misurata attraverso la caduta di tensione su un resistore esterno. Nell'applicazione (figura seguente) il LED è acceso se la corrente nel carico è compresa tra due valori I_{MIN} e I_{MAX}. Tali valori sono dati rispettivamente da $I_{MIN}=I_{SET}(R10\text{-}R11)$ e $I_{MAX}=I_{SET}(R13\text{-}R12)$. I_{SET} vale 20mA e, con i valori riportati in figura, le soglie valgono I_{MAX}=3A e I_{MIN}=1A.

LM1946

"www.computerfest.it"

la fiera dell'elettronica e del radioamatore di Cerea

RADIANTISMO
ELETTRONICA
COMPUTER
TELEFONIA
TV-SAT
RADIO D'EPOCA
EDITORIA
HOBBISTICA

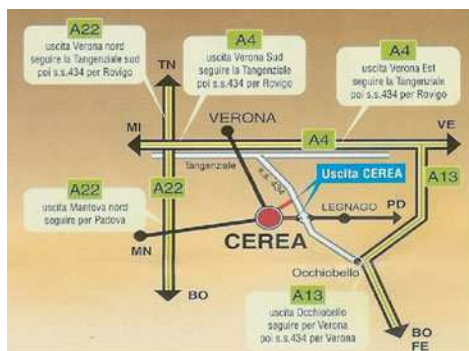
FIERA DI CEREA

orario per il pubblico:

09.00 - 19.00

Prevendita biglietti dalle ore 08.00

Buono valido per una riduzione, biglietto ridotto euro 4,00

informazioni 337-676719 e-mail info@compendiofiere.it

Organizzazione:

Compendio Fiere S.r.l.

Patrocinio:

Comune di Cerea

Associazione italiana radio d'epoca

Radio27 Verona

A.R.I. Mantova

Evento in loco:

ALLA SCOPERTA DELL'OPTOELETTRONICA: I LED TRICOLORE

di Andrea Perilli
aperilli@infinito.it

Eccoci giunti al nostro terzo appuntamento, ci attendono in questa puntata i diodi led tricolore. Parleremo infatti di cosa sono e come sono costituiti i led tricolore e del perché si chiamano così. Faremo anche un piccolo accenno ai led bicolori, ai led intermittenti e, per ultimo, parleremo di un led di nuova concezione: il Led RGB. Naturalmente a fine articolo presenteremo un nuovo progetto pratico: il simulatore di fiamma con led tricolore.

IL DIODO LED TRICOLORE

Il led tricolore è un particolare diodo che integra due led di diverso colore, per esempio in commercio possiamo trovare il modello verde e rosso, il modello rosso e giallo e il modello giallo e verde. Il suo bulbo è per ovvie ragioni trasparente o in alcuni casi chiaro con lente di ingrandimento incorporata. Il fatto di essere dotato di due led comporta di possedere tre terminali per il suo pilotaggio.

La caratteristica fondamentale di questo led è che possiamo ottenere ben tre colori diversi con un solo componente, infatti possiamo avere per il modello rosso e verde: una luce rossa, una luce verde oppure una luce gialla se polarizziamo contemporaneamente le due giunzioni, mentre per il modello rosso e giallo possiamo ottenere una luce gialla e una luce rossa accendendoli singolarmente oppure una luce arancione se polarizziamo contemporaneamente le due giunzioni.

Anodo rosso – Anodo verde
Catodo comune
Anodo rosso – Anodo giallo
Catodo comune

Figura 1: Struttura di un led tricolore

Strutturalmente il led tricolore si presenta di forma cilindrica (ve ne sono anche di altre forme ma non li analizzeremo in questa sezione) per l'individuazione del catodo però dovremo attenerci a nuove regole. Nella figura 1 possiamo vedere un led tricolore cilindrico da 5 mm. Analizziamo il modello rosso e verde, il terminale centrale è il catodo ed è comune a entrambe le giunzioni, se sono integri il catodo è il piedino più lungo, il terminale piegato ad angolo retto contraddistingue la giunzione rossa, mentre il terminale piegato obliquo identifica la giunzione verde. In alcuni modelli il bulbo è smussato e indica l'anodo del led rosso. Per il modello rosso e giallo vale la stessa regola per il catodo e l'anodo rosso, mentre l'anodo giallo è il terminale piegato obliquo.

Questi led sono impiegati in tutte quelle applicazioni che prevedono delle segnalazioni luminose con più di un colore ma in cui si ha a disposizione poco spazio.

Nei vecchi tabelloni pubblicitari venivano impiegati questi led che purtroppo si limitavano solo a tre colori anche se si riusciva ad ottenere dei contrasti di colore ridu-

cendo la luminosità, ottenendo così sei colori. Possiamo trovare questi led anche nelle fotocopiatrici dove indicano il “pronto a copiare”.

IL DIODO LED BICOLORE

Il diodo bicolore è un led che emette solo due colori perché contiene soltanto due giunzioni: giallo/rosso, rosso/verde oppure verde/giallo. La caratteristica peculiare di questo led è che le due giunzioni sono collegate in opposizione di polarità, cioè a seconda di come polarizzeremo il led otterremo un colore diverso. Sullo stesso principio funzionano anche i led bipolari con l'unica differenza di possedere due giunzioni dello stesso colore in modo che in qualsiasi modo venga collegato il led si illumini comunque. In figura 2 possiamo notare i collegamenti interni dei led bicolori e di quelli bipolari. Notiamo che per evidenti ragioni i terminali non si contrassegnano con anodo e catodo ma con 1 e 2. Il terminale più corto è il 2 e il bulbo è smussato dal lato di questo terminale.
Questi led (tranne il bipolare) vengono usati per indicatori di polarità o rivelatori dello zero (un semplice esempio: semionda positiva un colore, passaggio per lo zero led spento e semionda negativa l'altro colore, la velocità di lampeggio è naturalmente relazionata alla frequenza e al periodo t=1/f).
Possiamo trovare ancora dei led bicolori nei televisori come spie che segnalano il passaggio tra lo stand-by e l'accensione.
I led bipolari possono essere usati tranquillamente per applicazioni in alternata e bassa frequenza perché in entrambe le semionde il led sarà acceso.

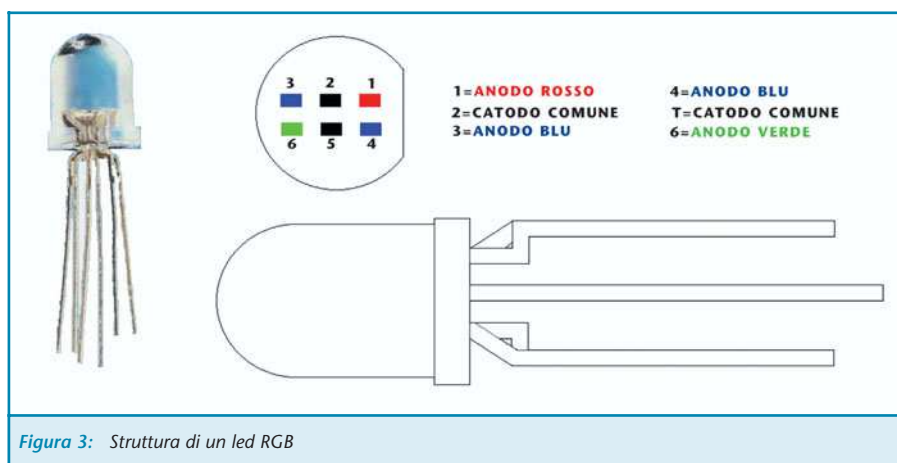
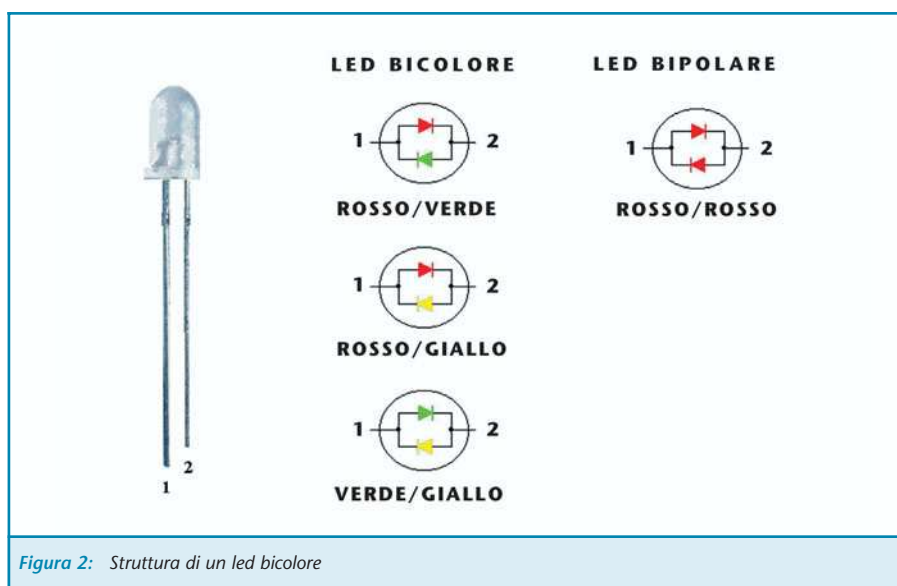
IL DIODO LED INTERMITTENTE

Il led intermittente è un particolare diodo che incorpora un chip che fa lampeggiare il led. In commercio si trovano in contenitori cilindrici sia da 3 che da 5 mm, con colori rosso, rosso alta luminosità, verde e giallo. La tensione di alimentazione varia da 9 a 12 V con un assorbimento medio di 40 mA (logicamente ogni costruttore produce modelli con caratteristiche diverse). Sono impiegati nelle segnalazioni pericolose per attirare l'attenzione con il lampeggio. C'è anche chi con furbizia inserisce questi led nelle proprie automobili per simulare il led dell'antifurto che normalmente è inserito negli antifurto veri.

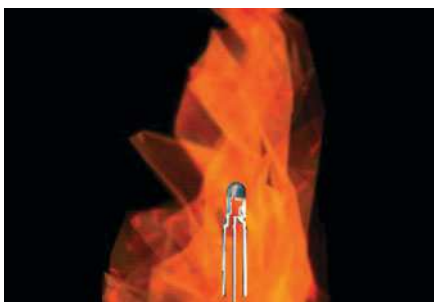
IL DIODO LED RGB

Questi speciali led di nuova concezione contengono quattro giunzioni diverse: due blu, una verde e una rossa (ecco da dove deriva il nome, Red-Green-Blue). Grazie alla loro costituzione possono emettere qualsiasi colore nello spettro della luce visibile.
Possiamo pensarli come due led tricolore in un unico componente, infatti il led RGB possiede sei terminali, due sono catodi indipendenti e gli altri terminali pilotano le quattro giunzioni. Nella figura 3 possiamo osservare la piedinatura e i collegamenti interni di un led RGB da 10 mm. Purtroppo questi led data la loro composizione sono ancora molto costosi. Possiamo trovarli nei nuovi tabelloni pubblicitari e nei grandi monitor usati nei concerti.

Figura 2: *Struttura di un led bicolore*

Figura 3: *Struttura di un led RGB*

Anche questa puntata volge al termine, ora che abbiamo imparato cosa sono e come si collegano i diodi bicolori, tricolore, intermittenti e RGB potremo sbizzarrirci a progettare nuovi gadget e giochi di luce. Proprio un gadget è quello che questo mese vi proponiamo come progetto pratico: un simulatore di fiamma con led tricolore.

LA PRATICA: SIMULATORE DI FIAMMA CON LED TRICOLORE

Dopo aver compreso cosa sono i led tricolore e come funzionano, vi presentiamo il primo gadget della rubrica: un simulatore di fiamma. Se siete appassionati di modellismo potrete applicarlo nei vostri plastici, nelle case oppure usarlo come fuoco elettronico dei vostri presepi.

Questo circuito, infatti, come una vera e propria fiamma, questo circuito emette una luce tremolante gialla e rossa. Potranno usarlo anche i costruttori di presepi per simulare il fuoco nelle case o quello dei pastori, visto che al riscaldamento della grotta ci pensavano già il bue e l'asinello. Comunque questo gadget potrà essere usato anche per altri intenti che come sempre sarete voi a scoprire. Ne citiamo solo qualcuno: illuminare il posacenere della vostra auto, costruire quei lumini elettronici che si vedono in alcune chiese oppure qualche finta candela per arricchire la tavola delle vostre cenette romantiche o la tavola delle feste.

SCHEMA ELETTRICO

Nella figura 5 possiamo osservare i collegamenti dello schema. Per semplificare la spiegazione potremmo pensare allo schema diviso in due blocchi separati formati da U1 e U2. Cominciamo da U1: è un timer tipo NE 555 montato in configurazione astabile infatti alla sua uscita, il Pin 3, potremmo prelevare un segnale ad onda quadra. Attraverso TR1 e C1 impostiamo la frequenza del segnale di clock che come vedremo pilota U2. I condensatori C2 e C4 servono a stabilizzare gli integrati e a renderli immuni a eventuali disturbi che "sporcherebbero" i segnali d'uscita. U2 è anch'esso un NE 555 ed è similmente montato come multivibratore astabile con l'unica differenza di avere il Pin 4 (reset) pilo-

Figura 4: *Come si presenta la scheda a montaggio ultimato*

Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
R1, R2	10 KΩ 1/4 W
R3	1,5 KΩ 1/4 W
R4	1 KΩ 1/4 W
TR1, TR2	Trimmer 10 KΩ con alberino
C1÷C4	10 µF elettrolitico
U1, U2	NE 555
DL1	Led Tricolore Rosso e Verde da 10 o 5 mm
	N° 2 zoccoli per integrato a otto Pin

Figura 5: *Schema elettrico*

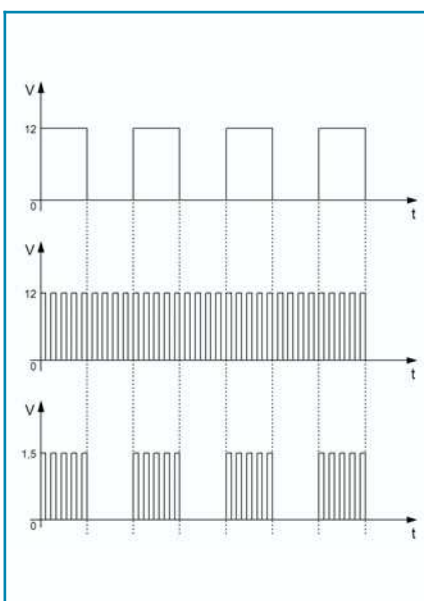



Figura 6: *Diagrammi di uscita dei due integrati*

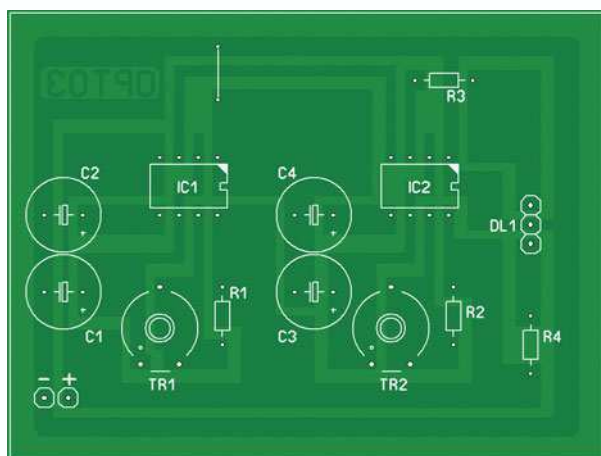



Figura 8: Piano di montaggio della scheda

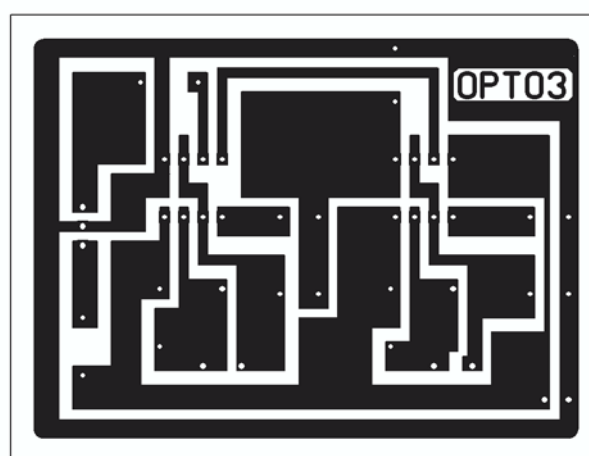



Figura 7: Lato rame scala 1:1 del circuito

tato da U1. Questo fa si che U2 oscilli solo quando il segnale di uscita di U1 raggiunge un livello logico alto. Per maggior chiarezza possiamo osservare la figura 6 dove sono riportati i diagrammi di uscita dei due integrati più il diagramma finale che pilota la giunzione del led verde.

UN LED CHE ARDE

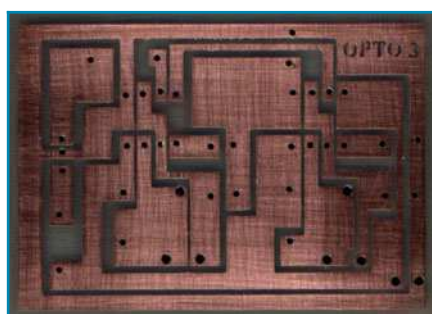
Come abbiamo appreso dalla teoria all'interno del led tricolore vi sono due giunzioni, collegando il rosso all'alimentazione e il verde all'uscita di U2 otteniamo un lampeggio ciclico (figura 6 c) rosso e giallo (infatti rosso + verde = giallo) che simula appunto una fiamma. Per il nostro circuito abbiamo scelto un modello di tricolore rosso e verde da 10 mm, ma in mancanza va bene anche uno da 5 mm anche se il risultato sarà meno vistoso. Naturalmente potreste usare anche un modello rosso e giallo perché come risultato otterreste una "fiamma" rossa e arancione che comunque produce l'effetto desiderato e non discosta molto dalla realtà.

Figura 9: Scheda forata e pronta per il montaggio, da notare i fori per i Trimmer e per l'alimentazione che sono da 1,5 mm, diversamente dagli altri che sono da 1 mm

REALIZZAZIONE PRATICA

Dalla figura 7 possiamo notare il master che ci sarà utile per costruire il circuito stampato. Ottenuta la nostra basetta, come quella di figura 9, possiamo procedere con l'assemblaggio aiutandoci col piano di montaggio di figura 8.
Cominciamo dai resistori, poi il ponticello per il Pin 1 di U1. Proseguiamo saldando gli zoccoli a otto Pin dove alloggeranno i due integrati, questa soluzione è consigliata per facilitare eventuali sostituzioni dell'integrato e anche per non sottoporlo a ulteriori riscaldamenti se dovessimo saldarlo direttamente sulla scheda. Questa volta per orientare il Pin 1 degli zoccoli dovrete attenervi al piano di montaggio perché sulla scheda non vi sarà la piazzola triangolare di riferimento.
Per completare il circuito salderemo i quattro elettrolitici, mi raccomando di rispettarne la polarità perché non solo il circuito potrebbe non funzionare ma i condensatori se contropolarizzati potrebbero scoppiare. Dopo aver saldato il led (il piedino piegato ad angolo retto va orientato verso R4) innesteremo i due integrati, attenzione perché se il chip è nuovo i terminali sono più divaricati quindi, prima di innestarlo nello zoccolo, dovremo piegarne a squadro i terminali.

COLLAUDO

A scheda ultimata daremo inizio al collaudo, per cui se avrete saldato tutto al proprio posto, il circuito funzionerà da subito. Se avrete invertito i terminali del led otterrete un lampeggio giallo/verde. Tutto il circuito potrà essere racchiuso in una scatola plastica dove praticheremo dei fori per l'alimentazione e per far fuoriuscire il led. In alternativa potrete collegare dei fili ai terminali del led se dovrete usare il circuito per applicazioni dove lo spazio non permette l'alloggiamento di tutta la scatola. Le uniche tarature da effettuare sono quelle dei due Trimmer TR1 e TR2, queste vanno effettuate a vostro gusto, ossia per ottenere l'effetto che più vi soddisfa.

PIC® MICROCONTROLLER BY EXAMPLE
ottava parte

*di **Tiziano Galizia** (t.galizia@farelettronica.com) e **Sergio Tanzilli** (s.tanzilli@farelettronica.com)*

Scopriamo questo mese come si usa la EEPROM interna del PIC16F84 per memorizzare permanentemente i nostri dati, mantenendoli anche in assenza di alimentazione.

Finora abbiamo trascurato una delle caratteristiche più interessanti del PIC16F84, la EEPROM DATI interna.
Colmiamo ora questa lacuna andando ad analizzare il funzionamento di questo utilissimo componente dell'architettura interna del PIC16F84. La EEPROM DATI è una particolare area di memoria da 64 byte nella quale possiamo scrivere i valori numerici che desideriamo non vengano persi in mancanza di tensione di alimentazione. Si intuisce immediatamente quanto possa essere utile questo tipo di memoria. Pensate, ad esempio, ad un sistema anti intrusione in cui il PIC deve mantenere il codice di accesso anche quando il sistema è spento in modo che non sia necessario riprogrammarlo ogni volta che si riaccende, oppure ad una chiave elettronica realizzata con un PIC che riceve alimentazione solo quando l'utente inserisce la chiave nel lettore. In tutti questi casi la EEPROM DATI integrata nel PIC16F84 garantisce un ottimo livello di sicurezza nella conservazione dei dati, unito ad una relativa facilità d'uso.
La memoria EEPROM è scrivibile e leggibile in condizioni di normale alimentazione e senza dover ricorrere ad alcun programmatore esterno. Le modalità di accesso sono notevolmente diverse dalla memoria RAM dei REGISTER FILE e devono seguire una serie di procedure particolari atte ad evitare eventuali perdite di dati in condizioni di funzionamento anomale.

REGISTRI SPECIALI PER L'ACCESSO ALLA EEPROM DATI

Per accedere alla EEPROM DATI vengono utilizzati i seguenti registri speciali:

EEADR è il registro utilizzato per indirizzare una delle 64 locazioni di memoria EEPROM in cui si desidera effettuare una lettura o scrittura di un dato.

EEDATA è il registro che viene usato per inviare un byte alla EEPROM in scrittura oppure per ricevere un byte dalla EEPROM in lettura.

EECON1 ed **EECON2** sono due registri di controllo utilizzati nelle operazioni di lettura e scrittura come descritto di seguito.

SCRITTUTA DI UN DATO SU EEPROM

Vediamo ora come si può scrivere un dato su una locazione EEPROM. Ipotizziamo di voler scrivere il valore decimale 10 nella locazione 0 della EEPROM dati. La prima operazione da compiere è scrivere nel registro EEADR l'indirizzo della locazione di memoria che intendiamo scrivere. Possiamo usare per far questo le seguenti istruzioni:

```
movlw 0
movwf EEADR
```

Nel registro EEDATA dobbiamo ora scrivere il valore che intendiamo inviare alla locazione EEPROM indirizzata con il registro EEADR:

```
movlw 10
movwf EEDATA
```

A questo punto dobbiamo settare il flag **WREN** (WRite ENable), contenuto nel registro di controllo EECON1, per poter abilitare l'accesso alle successive operazioni di scrittura. Dato che il registro EECON1 è situato nel banco registri 1, dovremo indirizzare questo banco settando il bit RP0 del registri STATUS prima di accedervi:

```
;Indirizza il banco 1
bsf STATUS,RP0
;Abilita la scrittura
bsf EECON1,WREN
```

Ora dobbiamo eseguire una sequenza di scritture sul registro EECON2 per comunicare al PIC che abbiamo intenzione di scrivere sulla EEPROM. Questa sequenza rappresenta una specie di codice di accesso alla EEPROM e serve ad evitare scritture accidentali in caso di funzionamento anomalo del PIC dovuto a sbalzi di tensione o errori di programmazione.
In pratica dobbiamo scrivere i due valori esadecimali **55h** e **AAh** in

sequenza nel registro EECON2:

```
movlw 55h
movwf EECON2
movlw AAh
movwf EECON2
```

Arrivati a questo punto abbiamo effettuato tutte le operazioni preliminari per scrivere sulla EEPROM e non ci rimane altro da fare che avviare la scrittura settando il flag **WR** (WRite) del regsistro EECON1 con l'istruzione:

```
bsf EECON1,WR
```

L'hardware del PIC impiega un certo tempo, a partire da questo momento, per programmare la cella EEPROM con il valore da noi inviato. Quando l'operazione ha avuto termine, l'hardware del PIC ci avverte azzerando nuovamente il flag WR del registri EECON1.
Se nel nostro programma decidiamo di aspettare che la cella sia stata programmata prima di proseguire dovremo inserire il seguente loop di attesa:

```
WriteDoneLoop
  btfsc EECON1,WR
  ;Finito di scrivere ?
  goto WriteDoneLoop
  ;No, aspetta
  ;Si, continua con le
  ; istruzioni successive
```

Per evitare questa attesa è possibile richiedere all'hardware del PIC di generare un interrupt di avvenuta programmazione.
Per scrivere un nuovo valore nella stessa cella EEPROM non è necessario effettuare operazioni di cancellazione ma più semplicemente ripetere le stesse operazioni di scrittura.

LETTURA DI UN DATO DA EEPROM

Vediamo ora come si rilegge quello che abbiamo appena scritto nella locazione di memoria EEPROM.
Assicuriamoci anzitutto di essere tornati sul banco registri 0 azzerando nuovamente il flag RP0 del registro STATUS:

```
bcf STATUS,RP0
;Indirizza il banco 0
```

Quindi scriviamo in EEADR l'indirizzo di memoria che vogliamo leggere:

```
movlw 0
movwf EEADR
```

Comunichiamo all'hardware del PIC che intendiamo leggere la locazione di memoria indirizzata da EEADR, settando il flag **RD** (ReaD) del registro di controllo EECON1.
Ricordiamoci, però, di passare prima al banco registri 1 dove si trova appunto il registro EECON1:

```
bsf STATUS,RP0
;Indirizza il banco 1
bsf EECON1,RD
```

A questo punto possiamo immediatamente leggere dal registro EEDATA il valore contenuto nella locazione di memoria richiesta.
Anche in questo caso dobbiamo però prima di tutto ricordarci di passare al banco registri giusto:

```
bcf STATUS,RP0
;Indirizza il banco 0
movf EEDATA,W
```

Nel registro accumulatore W, ora c'è il dato letto dalla EEPROM.

CONCLUSIONI

Con questa ottava parte si conclude il nostro tutorial.
Ringraziamo tutti i lettori che ci hanno inviato messaggi di apprezzamento per il lavoro svolto e speriamo di aver trasmesso a tutti voi la nostra passione per questi microprocessori.
Vi preannunciamo che abbiamo in cantiere un libro che tratterà lo stesso argomento in maniera molto più approfondita, appena disponibile lo presenteremo in queste pagine.

SMARTCARD
seconda parte

LE SMARTCARD A MEMORIA

di Giuseppe Modugno
gppe.modugno@libero.it

Nella prima parte dell'articolo abbiamo introdotto il termine smartcard approfondendone gli aspetti teorici: le tipologie esistenti sul mercato, le applicazioni attuali e future, gli standard di riferimento. In questo secondo articolo, parleremo delle smartcard a memoria dal punto di vista tecnico (caratteristiche, protocollo di comunicazione, sicurezza, ecc.) soffermandoci sulle carte basate sul diffusissimo chip SLE4442.

RIPRENDIAMO LA NOSTRA PARTITA A CARTE

Cosa ci siamo detti nell'ultimo articolo

Nel precedente articolo siamo entrati nel mondo delle smartcard definendole da un punto di vista teorico e commentandone i vantaggi a dispetto delle tessere magnetiche, illustrandone le caratteristiche peculiari, raggruppandole e classificandole a seconda delle funzionalità e modalità d'uso, approfondendone i campi d'applicazione in cui sono attualmente utilizzate, oltre a proiettarci nell'immediato futuro dando uno sguardo alle prossime applicazioni che le vedranno coinvolte. Per ultimo, abbiamo iniziato l'approccio tecnico alle smartcard analizzando gli standard più diffusi e descrivendo i contatti elettrici utilizzati per l'alimentazione dei circuiti integrati interni e per lo scambio dei dati con il mondo esterno. Come già detto, questi oggetti possono classificarsi in *smartcard a memoria* e *smartcard a microprocessore*. In questo articolo parleremo ampiamente della prima categoria soffermandoci su un chip molto diffuso, prodotto inizialmente dalla Siemens e conosciuto con la sigla SLE4442.

Le smartcard a memoria

Le smartcard a memoria sono delle carte utilizzate principalmente per la memorizzazione di dati digitali di vario tipo (numero di punti accumulati nel nostro supermercato di fiducia, credito residuo per il noleggio di DVD o VHS, numero di conto corrente in applicazioni bancarie, ecc). Poiché le smartcard sono formate da circuiti a semiconduttore, la capacità di memorizzazione è molto più elevata rispetto alle tessere magnetiche: attualmente è possibile raggiungere capacità dell'ordine dei Mb (megabit, milioni di bit), anche se, nella maggior parte dei casi, qualche Kb (chilobit, migliaia di bit) può essere più che sufficiente. Possiamo pensare alle smartcard a memoria come a delle unità di memorizzazione (tipo i floppy-disk o i CD-ROM) che, in alcuni casi, possono offrire anche un certo grado di sicurezza.

LE SMARTCARD A MEMORIA LIBERA

Le più semplici smartcard a memoria esistenti sono quelle definite a memoria libera (*free-memory smartcard*). Questo termine indica una smartcard che integra soltanto una memoria non volatile (tipicamente una EEPROM) e nient'altro.

L'accesso in scrittura e/o lettura avviene tramite i contatti presenti direttamente sulla smartcard. Sono generalmente delle memorie seriali poiché il numero dei contatti utili per la comunicazione dei dati, secondo lo standard di riferimento ISO7816, sono soltanto tre (RST, I/O, CLK). Quindi, l'accesso ad una parola della memoria (8, 16 o 32 bit) avviene mediante la trasmissione seriale dei singoli bit sul contatto di I/O, sincronizzati agli impulsi di clock sulla linea CLK. Normalmente la linea RST non viene usata, o viene usata solo per abilitare l'accesso alla scheda.

Le smartcard I²C

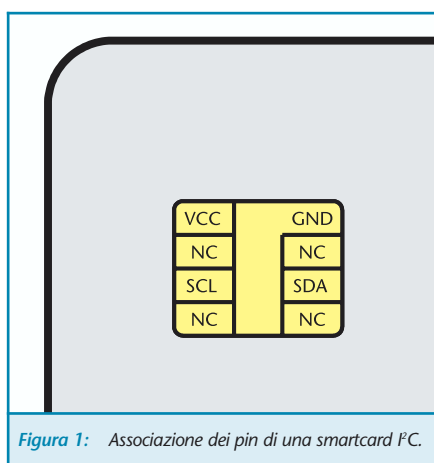
Un protocollo molto diffuso utilizzato dalle memorie seriali non volatili è il bus I²C, definito dalla Philips ma utilizzato ormai da molti altri produttori di chip a semiconduttore. L'I²C è un bus, utilizzato molto spesso per l'interconnessione di più circuiti integrati su scheda, mediante due sole piste, definite SDA ed SCL: la prima è una linea bidirezionale utilizzata per lo scambio dei dati, la seconda è il segnale di clock imposto da un disposti-

vo master. Normalmente sul bus è presente un solo integrato che ne controlla l'utilizzo, detto master, l'unico che può iniziare una comunicazione sul bus e che fornisce il segnale di clock a tutti i chip connessi, detti slave.
Nel caso di una smartcard I²C, normalmente il bus si riduce a due soli nodi: il master, rappresentato dal lettore di smartcard, e uno slave, rappresentato dalla stessa smartcard (o meglio, dalla memoria integrata all'interno).
È evidente che la linea SDA del bus I²C coinciderà con il pin I/O della smartcard, mentre la linea SCL coinciderà con il pin CLK.
Le smartcard I²C più diffuse integrano una EEPROM seriale del tipo 24LCxx, prodotte dalla Microchip. Queste memorie partono da pochi Kb per arrivare sino a qualche Mb. La stessa Microchip integra le proprie EEPROM seriali I²C in smartcard plastificate: i relativi prodotti hanno lo stessa sigla della memoria integrata con l'aggiunta delle lettere SC in coda (per esempio, 24LC64SC).
In figura 1 è rappresentato il pinout di una smartcard a memoria libera del tipo I²C. Come si può osservare, in questa semplice configurazione, solo quattro pin della smartcard sono usati.
Le smartcard I²C sono molto semplici da usare; affidabili poiché basate su un protocollo, l'I²C appunto, ormai uno standard nel mondo dei circuiti integrati; poco costose, poiché l'elettronica da integrare nella carta plastificata si riduce praticamente ad un singolo chip.

Figura 1: *Associazione dei pin di una smartcard I²C.*

Le altre smartcard a memoria libera più diffuse
Oltre a questo tipo, esistono altre smartcard a memoria libera con semplici funzionalità aggiuntive. Abbastanza diffuse sono le carte che integrano dei chip inizialmente prodotti dalla Siemens (per esempio, SLE4418 o SLE4432): esse vengono chiamate, dal costruttore, EEPROM intelligenti, poiché hanno alcune funzionalità di protezione da scrittura di alcune zone della memoria. Per esempio, l'SLE4432 è una EEPROM a 256 byte (parola ad 8 bit) in cui è possibile proteggere *definitivamente* in scrittura (EEPROM → ROM) i primi 32 byte (anche singolarmente ed isolatamente). Il resto della memoria (256-32=234 byte) rimane a disposizione per qualsiasi operazione di lettura e/o scrittura. Il chip SLE4418, invece, implementa una EEPROM intelligente di 1024 byte in cui è possibile proteggere da scrittura in modo definitivo ogni singolo byte. Di questi chip esistono, e sono maggiormente diffusi, anche le controparti a memoria protetta.
Per maggiori dettagli sulle smartcard SLExxxx si veda il paragrafo successivo sulle smartcard a memoria protetta.
Grande diffusione, anche se non in Italia, hanno avuto le smartcard della Gemplus come schede telefoniche prepagate. Forse le prime smartcard a memoria, ormai obsolete, le Gemplus GPM256 sono state usate, per esempio, da France Telecom. Sono memorie che possono conservare fino a 256 bit di dati, di cui i primi 96 rappresentano un identificativo (numero di serie della carta, identificatore del produttore, ecc) ed i restanti 160 bit rappresentano le unità rimanenti del credito prepagato.

I punti deboli delle smartcard a memoria libera
Il più grande svantaggio delle carte a memoria libera, cosa per niente trascurabile, è la loro scarsa sicurezza. A differenza di un floppy-disk, il contenuto di una smartcard è spesso molto personale: all'interno possono essere memorizzati il numero di conto corrente, il credito accumulato per il noleggio di VHS o il numero di ingressi in una palestra. In alcuni casi è necessario che questi dati rimangano segreti per problemi legati alla privacy (per esempio, i dati personali); in altri casi, perché possono essere usati per truffe ai danni del proprietario della carta (per esempio, numero di conto corrente); in altri ancora, perché i dati rappresentano del denaro che deve essere usato solo dal legittimo proprietario (per esempio, il credito per il noleggio di video o gli ingressi in una palestra).
È ovvio che se una smartcard a memoria libera viene persa, sarà molto semplice, per chi ne viene in possesso, utilizzare o leggere il contenuto senza dover scomodare grosse conoscenze di hacker.
Per questo motivo tali carte sono poco diffuse, quindi non entreremo nei dettagli nella restante parte dell'articolo. Per chi volesse approfondire l'argomento, consiglio di consultare i datasheet delle memorie 24LCxx della Microchip e lo standard I²C, seguendo i link in bibliografia, oppure consultare i siti Web dei maggiori costruttori di smartcard a memoria (Siemens, Infineon, Gemplus).

LE SMART CARD A MEMORIA PROTETTA
La semplicità d'uso, la flessibilità

dei contenuti e soprattutto la facile trasportabilità, hanno portato ad utilizzare le smartcard come contenitori tecnologicamente avanzati di dati del tutto personali, e ciò ha inevitabilmente portato alla risoluzione dei problemi legati alla sicurezza ed alla privacy. In parole molto semplici, l'accesso (in scrittura e/o lettura) dei dati contenuti all'interno della smartcard deve essere abilitato solo dal personale autorizzato, che può essere il titolare della carta oppure un'altra persona (il nostro medico, il personale della nostra banca, ecc).

È per questo scopo che vengono utilizzate le smartcard a memoria protetta.

Il cuore dell'elettronica integrata nell'involucro plastificato è sempre rappresentato da una memoria digitale non volatile (EEPROM o Flash) ma, a differenza delle smartcard a memoria libera, in quelle a memoria protetta è presente anche della logica aggiuntiva che *protegge* il contenuto contro gli accessi non autorizzati. In commercio esistono diverse smartcard a memoria protetta che hanno differenti caratteristiche. La scelta di una smartcard dipende molto dall'applicazione e deve essere effettuata considerando tutti gli aspetti possibili, tra cui ricordiamo:

- Capacità ROM (normalmente scritta dal costruttore degli integrati).
- Capacità PROM (normalmente è una zona di memoria che può essere scritta una sola volta dall'utilizzatore).
- Capacità EEPROM (memoria non volatile che contiene i dati utili).
- Tempi d'accesso in scrittura/lettura.
- Tensione d'alimentazione (normalmente a 5V).
- Assorbimento (parametro importante in applicazioni a batteria).
- Numero di operazioni di scrittura (dell'ordine di molte migliaia).
- Tempo di conservazione dei dati in memoria (dell'ordine dei dieci anni).
- Modalità di protezione (solo in scrittura o solo in lettura o in entrambe le modalità).
- Meccanismo di protezione (PIN, parametri biometrici, ecc.).
- Compatibilità con i dispositivi di interfacciamento esistenti.
- Kit di sviluppo.
- Reperibilità.
- Costo.

I maggiori produttori di smartcard a memoria protetta sono Siemens, Infineon, Gemplus e Philips. In realtà, le memorie per IC-card prodotte inizialmente dalla Siemens, sono passate sotto il controllo di Infineon, conservandone il partname. Tengo a sottolineare che questi sono solo i produttori dei chip. Accanto a questi nomi, ed insieme ad essi, ci sono numerose aziende che si occupano dell'integrazione di questi chip nella carte plastificate, fornendo in alcuni casi anche servizi di stampa.

In tabella 1 sono elencate le memorie protette più diffuse, insieme ad alcune loro caratteristiche fondamentali. Ci sono altri chip molto diffusi ma solo a livello industriale e per grossi quantitativi. In questo articolo consideriamo solo le carte più diffuse a livello hobbistico e più facilmente reperibili.

Le memorie della Gemplus seguono a tutti gli effetti le caratteristiche delle più diffuse memorie della Siemens/Infineon: la GPM2K è equivalente alla SLE4442, così come la GPM8K è equivalente alla SLE4428.

Nel seguito dell'articolo, parleremo diffusamente delle smartcard a memoria basate sul chip SLE4442, poiché rappresenta attualmente la soluzione migliore come rapporto qualità/prezzo, includendo la facile reperibilità e la facilità d'uso.

SLE4442

Caratteristiche generali

È possibile comprare da molti distributori (in Italia e all'estero) smartcard SLE4442 bianche oppure prestampate, arrivando a costare anche meno di 1 euro per grossi quantitativi. Normalmente si possono trovare a 3 euro per poche quantità (vedere la bibliografia per i distributori da me trovati).

Alcune delle caratteristiche di questa smartcard sono riassunte nel seguente elenco:

- Contatti compatibili con lo standard ISO7816.
- ATR (Answer To Reset) come da standard ISO7816.
- Protocollo di comunicazione a 2 fili.
- EEPROM organizzata in 256x8 bit (256 byte).
- Indirizzamento al byte.
- Protezione irreversibile di ogni singolo byte tra i primi 32 (PROM).
- Tempo di programmazione pari

Nome	Produttore	Capacità PROM	Capacità EEPROM
SLE4442	Infineon	32 byte	256 byte
SLE4428	Infineon	1024 byte	1024 byte
GPM2K	Gemplus	32 byte	256 byte
GPM8K	Gemplus	1024 byte	1024 byte

Tabella 1: Elenco delle memorie protette più diffuse in ambito smartcard

Numero	Nome	Direzione	Descrizione
C1	VCC	I	Alimentazione
C2	RST	I	Reset
C3	CLK	I	Clock
C4	RFU		Non connesso
C5	GND	I	Massa
C6	VPP	I	Non connesso
C7	I/O	I/O	Linea dati
C8	RFU		Non connesso

Tabella 2: *Contatti nel chip SLE4442*

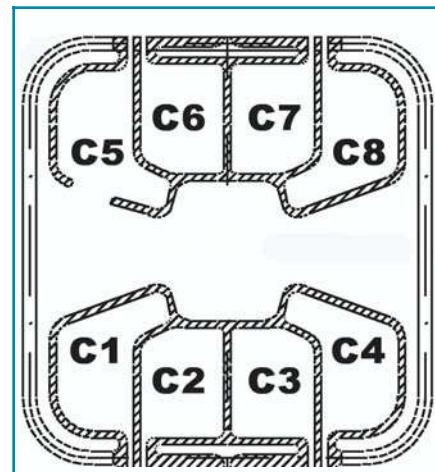



Figura 2: *Disposizione e forma dei contatti del chip SLE4442*

a 2.5ms per byte.
- Almeno 10.000 cicli di scrittura garantiti.
- Conservazione dei dati garantita per almeno 10 anni.
- Protezione in scrittura mediante un PSC a 3 byte.
- Blocco irreversibile in scrittura dopo tre tentativi errati di presentazione del PSC.

Disposizione dei contatti

In figura 2 è mostrata la disposizione degli 8 contatti ISO7816 sul chip SLE4442. L'associazione tra contatto e funzionalità segue lo standard ISO, riassunto in tabella 2.

Dei 6 contatti utili previsti dallo standard ISO7816, solo 5 vengono usati nell'integrato SLE4442, poiché non è prevista alcuna tensione di programmazione Vpp ed il pin relativo è non connesso.
Oltre alla disposizione, notare la forma dei contatti che è tipica di questo integrato. Se una smartcard ha la stessa disposizione e forma dei contatti come in figura 2, molto probabilmente è una smartcard SLE4442.

Le condizioni operative dell'integrato devono rientrare in quelle mostrate nella tabella 3.

Organizzazione interna

L'SLE4442 ha tre diverse zone di memoria di diversa capacità e funzionalità.
La più capiente, definita *Main Memory*, è quella destinata alla memorizzazione dei dati dell'utente. Essa è organizzata a byte e può contenere 256 byte. I primi 32 byte possono essere resi definitivamente di sola lettura (PROM) scrivendo un opportuno bit nella Protection Memory (vedi dopo). Tutti i byte della Main Memory *possono essere sempre letti in qualsiasi momento*, mentre *possono essere scritti solo dopo aver inserito il PSC* (vedi dopo). I byte protetti da scrittura non possono comunque essere modificati, anche inserendo correttamente il PSC. Dopo tre tentativi errati di presentazione del PSC, la memoria non può più essere scritta e diventa una ROM a tutti gli effetti.

Parametro	Minimo	Tipico	Massimo
Alimentazione (Vcc)	4.75 V	5.0 V	5.25 V
Corrente (Icc)		3 mA	10 mA
Temperatura	0 °C		70 °C

Tabella 3: *Condizioni operative del chip SLE4442.*

La *Protection Memory* è una memoria di 32 bit (4 byte) ed ha lo scopo di rendere irreversibilmente di sola lettura i primi 32 byte della Main Memory. Ogni bit della Protection Memory rappresenta un byte della Main Memory (dall'indirizzo 0 all'indirizzo 31). Scrivendo, per esempio, il bit 10 della Protection Memory si proteggerà il byte di indirizzo 10 della Main Memory da successive operazioni di scrittura (anche dopo aver presentato correttamente il PSC alla scheda). *È possibile sempre leggere il contenuto* della Protection Memory, mentre *è possibile scrivere tali bit solo una volta*: ciò vuol dire che, dopo aver protetto un byte della Main Memory, non è più possibile togliere tale protezione.
La *Security Memory* è una memoria di 4 byte e contiene, partendo dall'indirizzo 0, il cosiddetto *Error Counter* e il PSC (*Programmable Security Code*) che occupa 3 byte. L'Error Counter è un contatore che

memorizza il numero di tentativi errati di inserimento del PSC, il quale rappresenta una specie di PIN, cioè di codice segreto che abilita l'utente alle operazioni di scrittura. Poiché il PSC è formato da 3 byte, cioè 24 bit, ci sono 2^{24} (circa 16.000.000) combinazioni possibili, troppe per poter indovinare la giusta combinazione in tre tentativi.
Oltre alle memorie, l'SLE4442 contiene la logica aggiuntiva per gestire l'interfacciamento con l'esterno (ATR, comandi, ecc) e l'accesso in scrittura/lettura alle diverse zone di memoria.
In figura 3 è rappresentata l'organizzazione interna dell'SLE4442.

Tutto quello che diremo per la smartcard a memoria protetta SLE4442 è valido anche per la smartcard a memoria libera SLE4432, con l'unica differenza che, in quest'ultima, è assente il meccanismo della protezione in scrittura mediante PSC (quindi, è assente la Security Memory).

Accesso alla memoria

Come si è accennato, è sempre possibile leggere il contenuto delle tre zone di memoria (Main, Security e Protection Memory), tranne i tre byte che formano il PSC nel caso in cui questo non sia ancora stato presentato correttamente. È sufficiente alimentare la scheda e utilizzare l'apposito protocollo, spiegato più avanti in questo articolo, per ottenere il contenuto della memoria, senza dover necessariamente conoscere il PSC, l'analogo del PIN.
Questo vuol dire che la carta non potrà essere utilizzata per memorizzare dati che possono essere letti solo da personale autorizzato (per esempio, tutti i dati sensibili per la privacy), ma solo quei dati che devono essere protetti dalla *scrittura non autorizzata*.
Infatti, per poter scrivere un solo bit di una qualsiasi zona di memoria (tranne i bit dell'Error Counter) è necessario conoscere e presentare correttamente il PSC alla scheda, la quale abiliterà le operazioni di scrittura.
Ciò può essere molto utile quando vogliamo utilizzare una smartcard per memorizzare i punti accumulati da un nostro cliente o gli ingressi alla nostra struttura effettivamente pagati (palestre, docce, ecc). In questo caso, pur avendo a disposizione un lettore di smartcard SLE4442, sarà possibile, al massimo, leggere il numero dei crediti memorizzati nella scheda, ma non modificarli, per esempio aumentarli senza diritto. Solo chi conosce il PSC, cioè il proprietario della struttura/negozio, potrà aggiornare il numero di crediti in base agli acquisti del cliente.
Inoltre, utilizzando tecniche di crittografia, è possibile comunque cifrare le informazioni memorizzate in modo che anche l'eventuale lettura sia vanificata (vedere, a tal proposito, uno dei prossimi articoli).
Per la particolare tecnologia con cui sono realizzate le memorie dell'SLE4442, una operazione di cancellazione (erase) può avvenire solo su un intero byte e porta tutti i bit ad 1 logico.

Quindi cancellare un byte vuol dire portarlo alla combinazione 1111 1111 (FF in esadecimale).
Anche l'operazione di scrittura avviene a byte (non è possibile accedere direttamente ad un singolo bit di una qualsiasi zona di memoria), in modo leggermente più complicato. Per motivi tecnologici, il valore di un bit del byte a cui stiamo facendo riferimento, dopo l'operazione di scrittura sarà uguale ad un AND logico tra il vec-

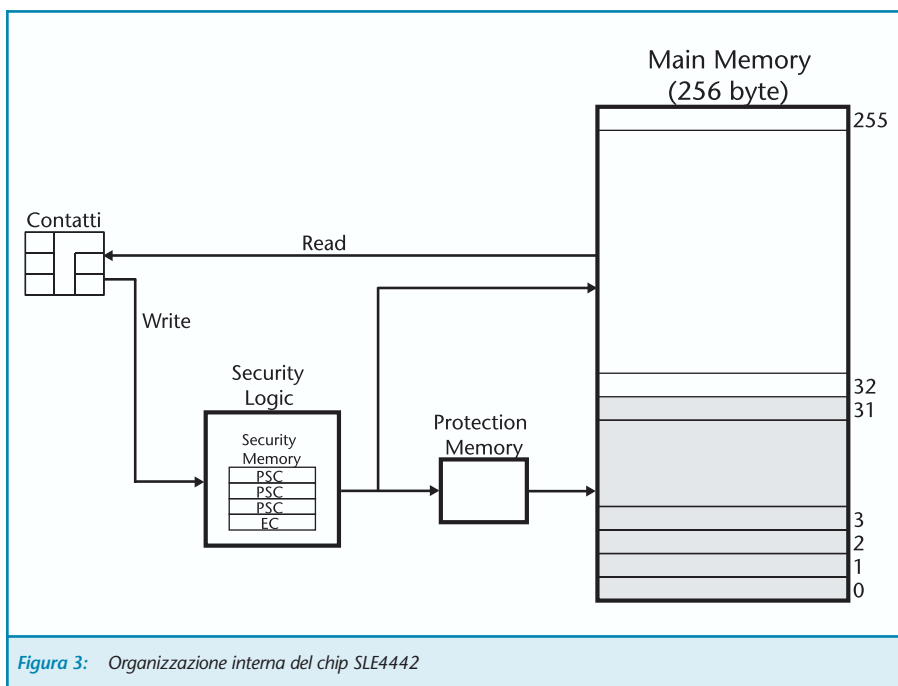



Figura 3: *Organizzazione interna del chip SLE4442*

Vecchio	Nuovo	Risultato
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Tabella 4: *Tabella di verità dell'operazione logica AND in relazione alle operazioni di scrittura nella SLE4442.*

chio valore memorizzato in quel bit e il nuovo valore che vogliamo scrivere. Spieghiamo meglio questo meccanismo, ricordando inizialmente la tabella di verità dell'operazione logica AND, mostrata nella tabella 4.

Se il valore memorizzato nel bit è 1 (Vecchio=1), dalla tabella risulta che è possibile lasciare tale bit ad 1 (Risultato=1), scrivendo sempre 1 (Nuovo=1), oppure è possibile scrivere 0 (Risultato=0) scrivendo 0 (Nuovo=0). Se, invece, il valore memorizzato è 0 (Vecchio=0), sarà possibile lasciare tale bit a 0 (Risultato=0) scrivendo sempre 0 (Nuovo=0) ma non sarà possibile trasformarlo in 1, anche scrivendo 1 (Nuovo=1), come si evince dalla terza riga nella tabella 4. In quest'ultimo caso, cioè se dobbiamo scrivere 1 in un bit in cui è memorizzato 0, sarà necessario cancellare (operazione di erase) inizialmente l'intero byte, portando tutti i bit ad 1, da cui è possibile scrivere sia 0 che 1.

In tabella 5 sono mostrati alcuni esempi di scrittura, evidenziando, per ognuno, se è necessario procedere con una operazione di erase.

Nel primo e nel secondo caso, non è necessaria alcuna operazione di cancellazione del byte poiché tutti i bit rimangono ad 1 logico, oppure passano dal valore 1 al valore 0. Nel terzo ed ultimo esempio, un solo bit del byte deve passare dal valore 0 al valore 1 e, quindi, è necessaria un'operazione di erase. Ricordando che questa operazione avviene su un intero byte, si capisce come il byte 0000 0010 diventa, dopo la cancellazione, 1111 1111 e, successivamente, dopo l'operazione di scrittura, 1000 0010. Il meccanismo è relativamente complicato ma la buona notizia è che la logica interna del chip SLE4442 si occupa di tutto, in modo completamente trasparente. In altre parole, se un'operazione di scrittura prevede il passaggio di almeno un bit dal valore 0 al valore 1, il byte a cui si fa riferimento viene prima automaticamente cancellato. Naturalmente ciò comporta un diverso tempo di completamento della procedura: nei primi due casi sarà di circa 5ms, nell'ultimo caso sarà di circa 2.5ms.

Generalità sul protocollo di comunicazione

L'accesso ai dati contenuti in una smartcard è possibile tramite un dispositivo di interfacciamento, generalmente formato da un connettore utilizzato per l'inserimento della carta, un microcontrollore che si preoccupa di generare gli opportuni segnali sulle linee I/O e CLK, un display/tastiera oppure un collegamento seriale con un PC. Tale dispositivo verrà chiamato successivamente, riprendendo la terminologia contenuta nel datasheet dell'SLE4442, IFD (InterFace Device, dispositivo di interfacciamento).

Il protocollo di comunicazione dell'SLE4442 utilizza le due linee, I/O e CLK. La linea I/O è bidirezionale e, in modalità output (direzione smartcard-IFD) lo stadio d'uscita è un open-drain. Per questo motivo è necessario utilizzare una resistenza di pull-up esterna su tale linea per una corretta comunicazione (si veda uno dei prossimi articoli sulla realizzazione di un lettore universale di smartcard). La linea CLK è sempre un ingresso per la smartcard e viene utilizzata dall'IFD per fornire il necessario segnale di clock per la sincronizzazione. Il protocollo è chiamato sincrono (e spesso anche tali smartcard vengono chiamate sincrone per questo motivo) poiché le transizioni sulla linea di I/O sono sincronizzate con gli impulsi di clock della linea CLK.

ATR (Answer To Reset)

Dopo aver alimentato la scheda,

Valore memorizzato	Nuovo valore	Erase
1111 1111	1001 0010	NO
1001 0010	0000 0010	NO
0000 0010	1000 0010	SI

Tabella 5: *Esempi di operazioni di scrittura su un byte di memoria. Su ogni riga è indicato se è necessaria anche una operazione di cancellazione (Erase).*

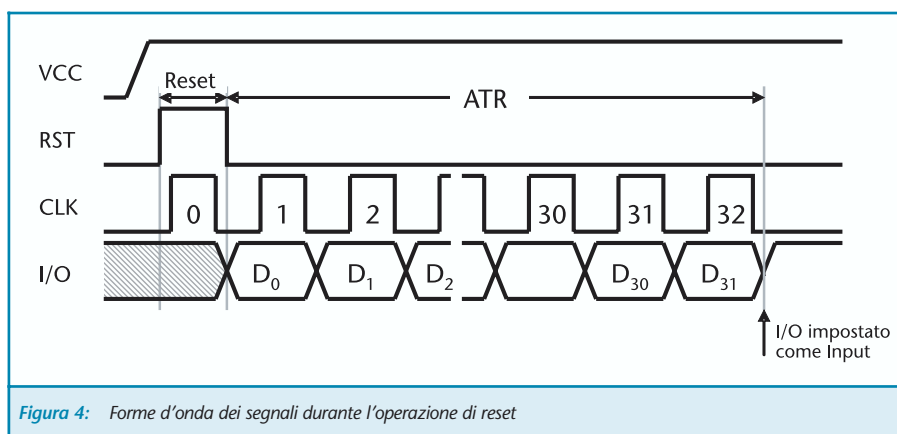



Figura 4: *Forme d'onda dei segnali durante l'operazione di reset*

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
$D_7 \dots D_0$	$D_{15} \dots D_8$	$D_{23} \dots D_{16}$	$D_{31} \dots D_{24}$

Tabella 6: Associazione tra i byte dell'ATR ed i bit trasmessi dalla smartcard come in figura 4.

applicando una tensione di 5V tra i contatti Vcc e GND, la scheda è pronta per essere utilizzata. La prima operazione da effettuare è il Reset dell'integrato, senza della quale non è possibile iniziare alcuna comunicazione.
Il reset della scheda viene effettuato generando un impulso di clock mentre la linea RST è a livello alto, come si può osservare nella figura 4. Successivamente, ad ogni impulso di clock, la scheda pone sulla linea I/O i primi 4 byte della Main Memory, trasmettendo ogni byte a partire dal bit meno significativo (vedere figura 4). Poiché ogni byte è formato da 8 bit, l'operazione di reset della carta viene completata dopo 33 impulsi di clock, contando anche il primo impulso. Dopo il 33-esimo colpo di clock, la smartcard si mette in attesa di un comando impostando la linea di I/O come ingresso (alta impedenza).

Considerando l'ordine di trasmissione dei bit e dei byte, i 4 byte dell'ATR sono formati dai bit trasmessi come indicato nella tabella 6. La risposta della carta al reset, cioè i 4 byte trasmessi con i successivi 32 colpi di clock, è detta Answer To Reset (risposta al reset) o, brevemente, ATR. Essa rappresenta un'informazione molto importante per tutte le smartcard, sincrone ed asincrone, oltre ad essere ufficializzata nello standard ISO7816. Spesso l'analisi dell'ATR permette di risalire al produttore, al fornitore, all'applicazione, alla capienza, al tipo di protocollo della smartcard. Il dispositivo di interfacciamento può anche controllare la correttezza dell'ATR e decidere di scartare la smartcard in cui sia errato o non compatibile, oppure selezionare l'opportuno protocollo di comunicazione se ne supporta diversi.
Una smartcard SLE4442 vergine ha un ATR già programmato e non modificabile, uguale alla sequenza esadecimale A2 13 10 91. Senza entrare nei dettagli sulla composizione di un ATR di una smartcard sincrona, tale valore di ATR indica, tra l'altro, l'utilizzo di un protocollo di comunicazione a due fili ed una capacità di 256 byte. Il lettore di smartcard può controllare tale valore e, se compatibile solo con le SLE4442, scartare tutte le card con diverso ATR.
Precisiamo che questi 4 byte si trovano normalmente memorizzati nei primi 4 byte della Main Memory, a partire dall'indirizzo 0: tali byte sono protetti da scrittura, mediante la Protection Memory, dalla fabbrica. È possibile risalire nuovamente all'ATR della scheda, dopo l'operazione di reset, andando a leggere il contenuto dei primi byte della Main Memory.

COMANDI

A parte la modalità di Reset e Answer-to-Reset, il chip SLE4442 aspetta indefinitamente un comando utile proveniente dall'IFD (Command Mode). Il lettore inizia un comando mediante una condizione di start (transizione verso il basso della linea I/O mentre la linea CLK è alta) e prosegue con la sua trasmissione mediante 24 successivi impulsi di clock. Infatti, ogni comando è formato da 3 byte, trasmessi serialmente bit a bit sulla linea di I/O a partire dall'LSB (Least Significant Bit, bit meno significativo). Il primo byte rappresenta il comando vero e proprio (lettura, scrittura, ecc), il secondo byte rappresenta un indirizzo ed il terzo byte un dato. A seconda del comando, il secondo e/o terzo byte potrebbero non essere usati (in questo caso, devono essere comunque trasmessi). Dopo i 24 impulsi di clock, il lettore genera una condizione di stop (transizione verso l'alto della linea di I/O mentre la linea CLK è alta). Durante questa fase (Command Mode), la linea di I/O ha direzione

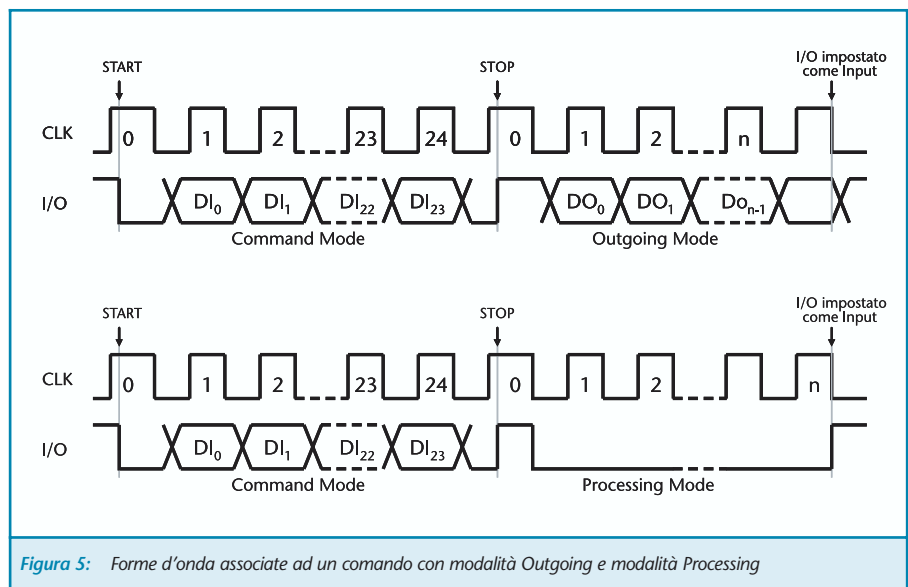



Figura 5: Forme d'onda associate ad un comando con modalità Outgoing e modalità Processing

lettore-smartcard, cioè il lettore determina il valore della linea mentre il chip ne legge lo stato.
Dopo i 24 impulsi di clock e la condizione di stop, in funzione del comando trasmesso, si entra nella modalità trasmissione (Outgoing Mode) oppure di elaborazione (Processing Mode). In entrambe le modalità, la linea di I/O cambia direzione, cioè viene imposta dalla smartcard e letta dall'IFD.
Nella modalità Outgoing, normalmente associata ai comandi di lettura di una zona di memoria, la smartcard trasmette i dati richiesti generando gli opportuni livelli sulla linea di I/O, sincronizzandoli con gli impulsi di clock provenienti dall'IFD. In questa fase, il lettore dovrà fornire un numero sufficiente di impulsi di clock a seconda dei dati che dovranno essere scambiati, i quali verranno trasmessi, come al solito, a partire dal bit meno significativo.

Nella modalità Processing, normalmente associata ai comandi di scrittura, la smartcard esegue internamente il comando ricevuto. In questo caso, la linea di I/O è posta a livello basso dalla smartcard mentre il lettore dovrà contemporaneamente leggere tale livello e fornire un sufficiente numero di impulsi di clock. Non appena l'elaborazione termina, la smartcard pone a livello alto il pin di I/O.
Dopo la modalità Outgoing o Processing, il lettore può trasmettere un successivo comando alla smartcard.

In figura 5 sono mostrate le forme d'onda delle due linee I/O e CLK nel caso di un comando con modalità Outgoing e di un comando con modalità Processing.
Tutti i comandi previsti per le smartcard SLE4442 sono riassunti in tabella 7. Per ognuno di essi sono specificati i tre byte e la modalità di funzionamento.

Ricordo che la trasmissione dei tre byte costituenti il comando prevede la trasmissione a partire dal bit meno significativo. Quindi, volendo trasmettere il comando READ PROTECTION MEMORY, si dovranno trasmettere i bit nell'ordine 0010 1100, al contrario di come sono scritti in tabella.
Nei successivi paragrafi verranno descritti in dettaglio tutti i comandi.

Operazione	Byte 1 COMANDO	Byte 2 INDIRIZZO	Byte 3 DATO	Modalità
READ MAIN MEMORY	0011 0000	Usato	Non usato	OUTGOING
UPDATE MAIN MEMORY	0011 1000	Usato	Usato	PROCESSING
READ PROTECTION MEMORY	0011 0100	Non usato	Non usato	OUTGOING
WRITE PROTECTION MEMORY	0011 1100	Usato	Usato	PROCESSING
READ SECURITY MEMORY	0011 0001	Non usato	Non usato	OUTGOING
UPDATE SECURITY MEMORY	0011 1001	Usato	Usato	PROCESSING
COMPARE VERIFICATION DATA	0011 0011	Usato	Usato	PROCESSING

Tabella 7: Comandi previsti per le smartcard SLE4442 (i bit di ogni byte sono specificati dal più significativo al meno significativo).

READ MAIN MEMORY
È uno dei comandi maggiormente usati e consente di leggere il contenuto della Main Memory, formata da 256 byte. Come si può vedere in tabella 7, questo comando utilizza il byte di indirizzo (il secondo byte trasmesso), mentre ignora il dato (il terzo byte). Il byte di indirizzo viene usato come puntatore al primo byte della Main Memory da leggere. Ad ogni impulso di clock generato dall'IFD, la smartcard pone un bit del byte da leggere sulla linea di I/O, partendo come al solito dal meno significativo. Dopo aver trasmesso un intero byte, l'indirizzo di memoria viene automaticamente incrementato. Ciò permette al lettore di leggere il contenuto di tutta la Main Memory a partire da un dato indirizzo, mediante un unico comando e fornendo un numero sufficiente di impulsi di clock. Dopo l'ultimo bit (il più significativo del byte di indirizzo 255) sarà necessario un ulteriore impulso di clock per riportare la smartcard in attesa di un nuovo comando (linea I/O in ingresso). Quindi, per leggere la memoria partendo dal byte di indirizzo N (N=0…255), saranno necessari (256-N)x8+1 impulsi di clock. Per interrompere tale operazione, per esempio quando si vuole leggere un solo byte, è possibile generare un evento di break, come spiegato più avanti in questo articolo.

UPDATE MAIN MEMORY
È il comando che permette di modificare il contenuto della memoria principale, utilizzata per la conservazione dei dati utente. Il byte di indirizzo rappresenta l'indirizzo da modificare, mentre il byte dato rappresenta il nuovo valore da memorizzare. La logica interna della scheda procede alla cancellazione del byte nel caso sia necessaria, se cioè qualche bit del dato deve passare dal valore 0 al valore 1. In questa situazione, saranno necessari 255 impulsi di clock (corrispondenti a circa 5 ms). Invece, nel caso in cui non è necessaria alcuna operazione di erase, l'elaborazione del comando impiega 123 impulsi di clock (corrispondenti a circa 2.5 ms). Naturalmente, la scrittura del dato avviene effettivamente solo se il byte da modificare è accessibile in scrittura: nel caso della Main Memory, ciò avviene se è stato presentato correttamente il PSC e, nel caso di indirizzo compreso tra 0 e 31, il corrispondente bit della Protection Memory sia al valore 1. La scrittura viene inibita anche quando il dato che si vuole memorizzare è identico al dato già presente nella locazione di riferimento. In questi casi, cioè quando la scrittura non avviene, la fase di elaborazione del comando termina dopo soli due impulsi di clock.

READ PROTECTION MEMORY
Mediante questo comando è possibile leggere l'intero contenuto, a partire dal primo byte, della Protection Memory. I due byte di indirizzo e dato non sono usati. Poiché la Protection Memory è formata da 4 byte, saranno necessario 4x8+1=33 impulsi di clock, di cui i primi 32 sono necessari per la trasmissione di ogni singolo bit e l'ultimo impulso di clock è necessario per portare la carta nella modalità di attesa di un ulteriore comando. In

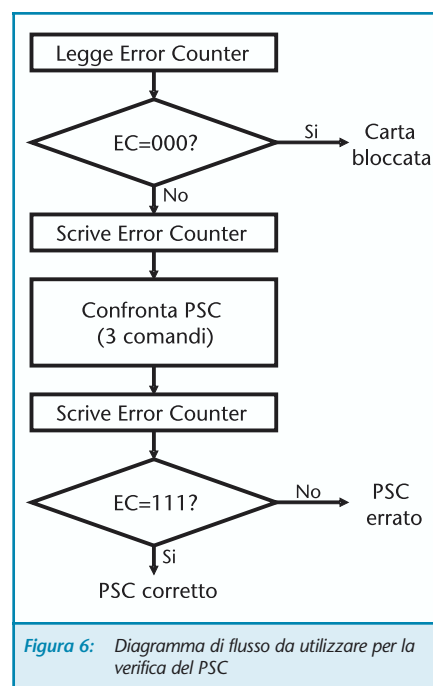
questo caso, i bit trasmessi rappresentano gli indirizzi 0, 1… 31 della Main Memory.
Ricordiamo che ogni bit della Protection Memory rappresenta uno dei primi 32 byte della Main Memory. Se il bit corrispondente nella Protection Memory vale 0, tale byte nella Main Memory non può più essere modificato.
Ovviamente, una volta che un bit della Protection Memory è stato scritto (trasformato nel valore 0), non potrà più essere cancellato (portato al valore originario 1).

WRITE PROTECTION MEMORY
È il comando che permette di modificare il contenuto della Protection Memory. Il byte di indirizzo, compreso tra 0 e 3, rappresenta il byte della memoria da modificare, mentre il byte dato rappresenta il nuovo valore da memorizzare. Come si è già detto, i 32 bit dei 4 byte che formano la Protection Memory permettono di proteggere da scrittura i primi 32 byte della Main Memory, in maniera irreversibile. Un bit a 0 nella Protection Memory, rappresenta un byte protetto nella Main Memory. Poiché questa operazione è irreversibile, non è più possibile cambiare il valore di un bit della Protection Memory da 0 nuovamente ad 1. La fase di elaborazione di questo comando termina sempre dopo 123 impulsi di clock, poiché non è possibile cancellare (portare ad FF) un byte della Protection Memory. Se non è stato ancora inserito il PSC corretto, oppure il dato che si vuol scrivere prevede il passaggio di un bit dal valore 0 al valore 1, la scrittura non avviene e l'elaborazione termina dopo soli 2 impulsi di clock.

READ SECURITY MEMORY
Allo stesso modo dei comandi READ MAIN MEMORY e READ PROTECTION MEMORY, questo comando legge l'intero contenuto della Security Memory, formata da 4 byte. I byte di indirizzo e di dato non sono usati.
Come per la Protection Memory, sono necessari 4x8+1=33 impulsi di clock per ricevere l'intero contenuto di questa zona di memoria. Il primo byte, corrispondente all'indirizzo 0, è l'Error Counter che permette di conteggiare il numero di tentativi errati di inserimento del PSC. Il meccanismo di presentazione del PSC è spiegato più avanti in questo articolo.
Gli altri tre byte della Security Memory contengono il PSC (Programmable Security Code), che rappresenta un codice identificativo che permette di abilitare l'accesso in scrittura di tutte le zone di memoria. Questi tre byte sono gli unici a non poter essere letti prima di un corretto inserimento del PSC: tentando di leggere il contenuto della Security Memory in questa condizione, la scheda restituirà il byte corretto dell'Error Counter ma tutti byte 00 (tutti i bit a 0) per il PSC. Dopo aver inserito correttamente il PSC, sarà possibile leggere e modificare lo stesso codice.

UPDATE SECURITY MEMORY
Mediante questo comando è possibile modificare il contenuto della Security Memory, quindi è possibile modificare il valore dell'Error Counter e del PSC. Il byte di indirizzo del comando rappresenta il byte da modificare nella Security Memory (0 per l'Error Counter, 1..3 per un byte del PSC), mentre il byte di dato rappresenta il nuovo valore da memorizzare. Per l'Error Counter, è possibile modificare solo il valore dei tre bit meno significativi, poiché gli altri non sono fisicamente implementati e vengono completamente ignorati.
Anche per questo comando di scrittura, l'elaborazione termina in 123 impulsi di clock se la scrittura avviene effettivamente, oppure termina dopo soli due impulsi di clock se la scrittura viene inibita. Ciò accade quando si vuole modificare il PSC senza aver inserito correttamente il precedente codice (notare che il byte dell'Error Counter, invece, può essere sempre modificato), oppure quando il dato da scrivere è identico a quello già memorizzato.

COMPARE VERIFICATION DATA
Il comando COMPARE VERIFICATION DATA, da usare sempre in combinazione con una operazione di scrittura dell'Error Counter (vedi il paragrafo successivo per dettagli), permette di verificare un byte del PSC. Il byte di indirizzo rappresenta il byte del PSC da verificare: 1 per il primo byte, 2 per il secondo byte, 3 per il terzo byte. Il byte di dato, invece, rappresenta il contenuto di quel byte del PSC da confrontare con quello memorizzato nella smartcard. Dopo l'invio del comando, la smartcard entra in Processing Mode e termina l'elaborazione dopo due impulsi di clock.

Figura 6: Diagramma di flusso da utilizzare per la verifica del PSC

Presentazione del PSC
Più volte si è detto che le smartcard SLE4442 sono protette da un codice programmabile, definito PSC, formato da 3 byte e memorizzato nella Security Memory, agli indirizzi 1, 2 e 3. Per poter modificare il contenuto della Main Memory, della Protection Memory o della Security Memory stessa, è necessario presentare correttamente alla smartcard il PSC attualmente memorizzato nella scheda. In altre parole, è necessario utilizzare tre diversi comandi COMPARE VERIFICATION DATA per confrontare ogni singolo byte del PSC.
In dettaglio, l'algoritmo da utilizzare per inserire il codice PSC è mostrato, attraverso il suo diagramma di flusso, in figura 6.
Come prima operazione è necessario leggere il contenuto dell'Error Counter, mediante il comando READ SECURITY MEMORY. In questo byte sono implementati solo i tre bit meno significativi, mentre gli altri bit sono sempre letti al valore 0. I tre bit meno significativi rappresentano il numero dei tentativi di inserimento del PSC ancora rimasti. Se, per esempio, l'Error Counter vale 07 (0000 0111) abbiamo ancora tre tentativi a disposizione. Se, invece, l'Error Counter vale 00 (0000 0000) non è più possibile inserire correttamente il PSC e quindi il contenuto della scheda non potrà più essere modificato.
Se ci sono ancora tentativi disponibili, è necessario scrivere uno dei bit dell'Error Counter, cioè cambiare il suo valore da 1 a 0, mediante una operazione di UPDATE SECURITY MEMORY. Senza di questo comando, i successivi comandi di verifica PSC non saranno accettati.
Successivamente è possibile inviare i tre comandi COMPARE VERIFICATION DATA per confrontare ogni singolo byte del PSC. Se il PSC inserito è corretto, sarà possibile modificare il contenuto delle varie zone di memoria. Per controllare ciò, è possibile procedere ad una cancellazione dell'Error Counter, in modo da portare nuovamente a 3 i tentativi disponibili. Ciò è possibile utilizzando il comando UPDATE SECURITY MEMORY con indirizzo 0 (Error Counter) e dato 07 (0000 0111).
Inviamo, ora, il comando di READ SECURITY MEMORY e confrontiamo il valore di Error Counter. Se questi è pari a 07, l'inserimento del PSC è andato a buon fine, tant'è che siamo riusciti a ricaricare completamente l'Error Counter.
In caso contrario, invece, la smartcard non ha accettato il PSC trasmesso ed infatti l'Error Counter non è stato ricaricato. In questo caso, l'operazione ha comportato una diminuzione del numero di tentativi a disposizione prima che la smartcard venga completamente e definitivamente protetta da scrittura.

Break
Generando una condizione di Break, la smartcard interrompe eventuali operazioni in corso, pone la linea di I/O in alta impedenza ed aspetta un successivo comando. Ciò può essere utile, per esempio, se vogliamo leggere una zona limitata della Main Memory. Come si è visto, il comando READ MAIN MEMORY permette di leggere l'intero contenuto della memoria, a partire da un certo indirizzo. Durante questa operazione, non appena l'IFD riceve l'ultimo byte della zona di memoria che ci interessa, può generare una condizione di Break. Tale condizione si verifica portando a livello alto la linea RST mentre la linea CLK è a livello basso.

STANCHI DI GIOCARE?

Cosa contiene il prossimo articolo
Nel successivo articolo, scopriremo l'altra tipologia di smartcard, cioè le carte a microprocessore. Anche queste carte sono molto diffuse, pure a livello hobbistico, e permettono di raggiungere un grado di sicurezza ed una capacità di elaborazione impossibile rispetto alle smartcard a memoria.
Naturalmente sono rivolte a sistemi più complessi e delicati.

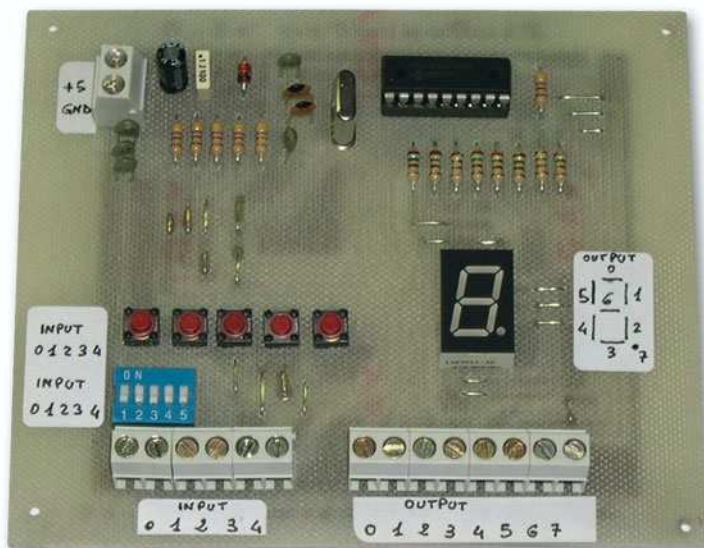
BIBLIOGRAFIA

- Home page Microchip, sezione memorie seriali I²C (in inglese): www.microchip.com
- Home page I²C di Philips Semiconductor (in inglese): www.semiconductors.philips.com/buses/i2c/index.html
- Smartcard a memoria della Gemplus (in inglese): www.gemplus.com/products/card_memo.html
- Home page Infineon, sezione Product → Security + Chip Card ICs (in inglese): www.infineon.com
- Alcuni distributori smartcard SLE4442 (l'elenco è sicuramente incompleto):
  - www.vimascard.com
  - www.smartcardsupply.com
  - www.didya.com
  - www.epm.it
  - www.futuranet.it
  - www.finim.com (prezzi un po' esagerati)
  - shop.blutronics.com
  - www.pikappa.com

TINYPLC: INDICATORE DI LIVELLO A 4 CANALI

di Dario Mazzeo
dmazzeo@ingele.com

Un originale ed economico PLC che si adatta in ogni situazione, sia per l'automazione di sistemi che per il controllo e l'indicazione di stati. TinyPLC, grazie alla versatilità e alla programmazione del microcontrollore è in grado di interfacciare i 5 ingressi logici con le 8 uscite disponibili. Perché costruire svariati circuiti logici quando è possibile usare TinyPLC?

Il progetto nasce dallésigenza di realizzare un circuito, quanto più generico possibile, che si adatti ad ogni tipo di applicazione. Lo scopo è quello di implementare le funzionalità di un PLC (Programmable Logic Controller), ovvero un dispositivo strutturalmente simile ad un PC ma che si diversifica negli organi di ingresso e di uscita. Questi accettano come segnali d'ingresso valori digitali del tipo ON-OFF o segnali analogici di tensione.
I segnali d'ingresso vengono opportunamente elaborati dal firmware del microcontrollore che a sua volta comanda le uscite secondo una logica programmata.
TinyPLC in tal senso, ha un campo di applicabilità molto vasto che lo rende idoneo a qualsiasi sistema di controllo o di automazione.
In questo articolo verrà illustrato il funzionamento di TinyPLC a cui seguirà un esempio di applicazione.

SCHEMA ELETTRICO

In figura 2 è mostrato lo schema elettrico del circuito le cui peculiarità sono di seguito esposte.
Il circuito presenta una tensione di funzionamento compresa tra 4.0 e 5.1 V ed offre una buona immunità ai disturbi grazie alla presenza di due condensatori in parallelo.
La presenza del diodo zener, invece, assicura una buona protezione contro le inversioni di polarità e le sovratensioni in caso di scorretta alimentazione. In questo modo i componenti più pregiati non subiranno danni.
I cinque resistori da 4,7 KΩ, sono utilizzati per lÍmplementazione della rete di pull-up e collegati rispettivamente ai terminali RA0÷RA4 delle porte di input del microcontrollore. Il compito di tale rete è quello di portare la tensione dei terminali RA0÷RA4 al valore logico affermato (+5V), mentre i cinque pulsanti e il multi-switch hanno il compito inverso, ovvero, quello di portare

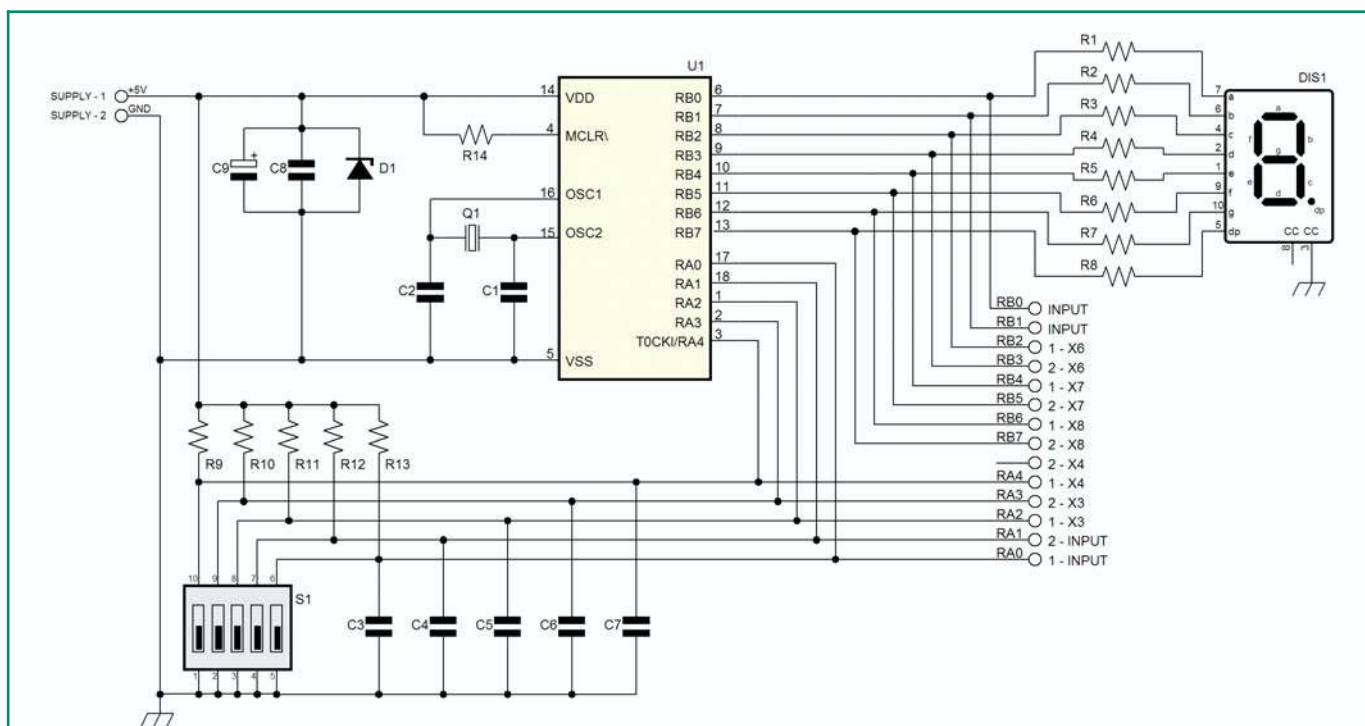



Figura 2: *Schema elettrico del TinyPLC*

al valore logico negato (GND), la tensione sui terminali di ingresso.
Gli otto resistori da 150 Ω sono utilizzati per far scorrere una corrente di 15 mA in ogni segmento del display quando le uscite RB0÷RB7 del microcontrollore sono abilitate. Bisogna tener presente che le correnti massime di uscita del microcontrollore sono limitate a 15÷20 mA, quindi nel momento in cui vengono interfacciate periferiche esterne al circuito, queste non devono richiedere una corrente di ingresso elevata per non compromettere il funzionamento del microcontrollore.
Un rimedio efficace potrebbe essere quello di dissaldare il display per recuperare 15mA di corrente, o interfacciare uno stadio di potenza alla scheda.
Il quarzo utilizzato è da 4MHz ma può essere sostituito secondo il tipo di microcontrollore e la velocità con cui si vogliono elaborare le informazioni; quello utilizzato in questo progetto è un PIC16F84, scelto in base alla sua disponibilità commerciale e alla semplicità di programmazione.
Infine, i cinque condensatori da 10 pF sono utilizzati per ridurre il più possibile e a livello hardware, gli effetti oscillatori dovuti alla pressione degli interruttori, evitando così gli effetti noti, come il rimbalzo degli interruttori.

IL MONTAGGIO

È necessario procurarsi il materiale riportato nellElenco Componenti e realizzare il circuito stampato secondo lo schema di figura 3. Per la realizzazione dello stampato è possibile utilizzare il metodo della fotoincisione a raggi UV o dei fogli blu che si equivalgono e portano entrambi ad ottimi risultati. A questa prima fare segue lo sviluppo mediante soluzione acida, la foratura dello stampato e il montaggio dei componenti.
È consigliabile saldare i componenti sul circuito, partendo dai jump e dai componenti più bassi

Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
R1÷R8	150 Ω 1/4 W
R9÷R14	4,7 KΩ 1/4 W
C1÷C2	15 pF ceramico
C3÷C7	10 pF ceramico
C8	1 µF poliestere
C9	47 µF 16 V elettrolitico
Z1	Zener 5,1 V
U1	PIC16F84
Q1	Quarzo da 4 MHz
S1	Multi-switch da 5 posizioni per C.S.
X1	Morsetti serrafilo da 2 posizioni per C.S.
DIS1	Display 7 segmenti a catodo comune
BAS1	Basetta di rame in vetronite 10x5 cm
ZOC1	Zoccolo da 18 pin

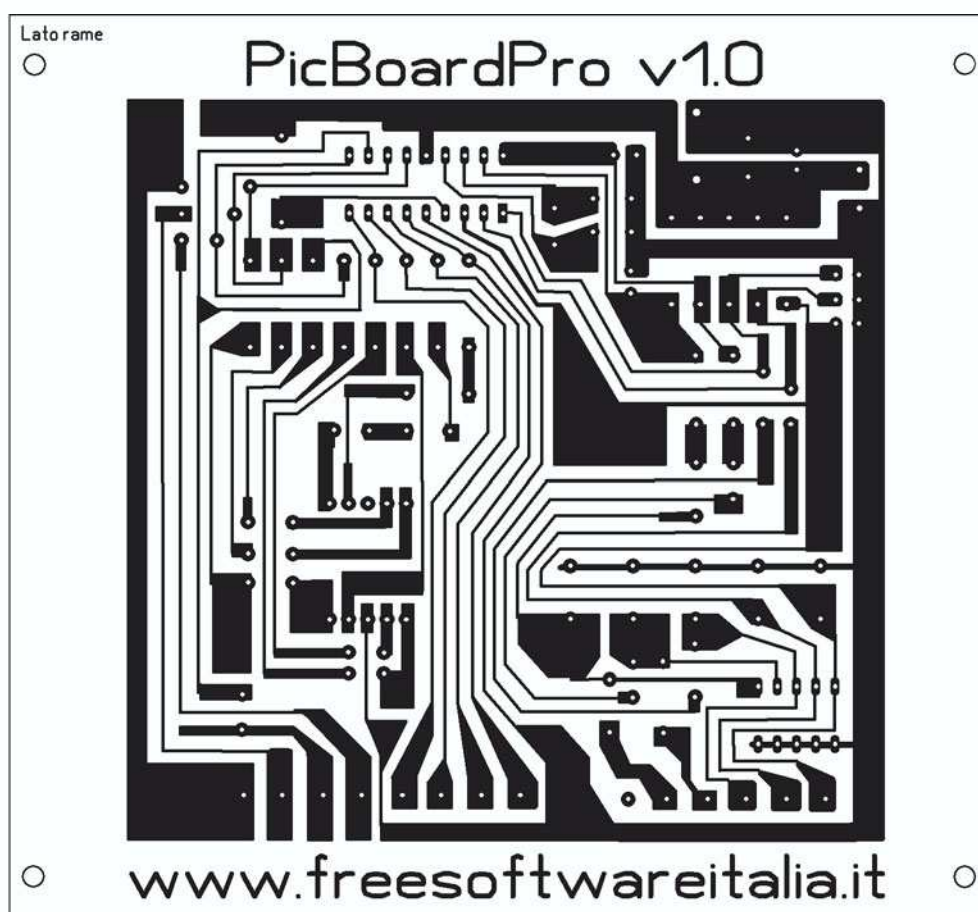



Figura 3: *Il circuito stampato in scala 1:1 (lato rame)*

per arrivare poi ai morsetti serrafilo ed al montaggio del microcontrollore.
L'alimentazione può essere fornita da una pila da 9 V oppure una pila da 6 V per usi fotografici e può essere inclusa nel contenitore per favorirne lo spostamento e l'installazione.
È anche possibile sfruttare alimentazioni diverse da quelle specificate, utilizzando l'integrato 7805 che ha la funzione di limitare a 5 V la tensione massima fornita.
Come possiamo notare in figura 4, tutti gli ingressi e le uscite sono prelevabili da morsetti serrafilo che consentono di interfacciare con semplicità e ordine le schede di espansione al circuito.
Durante la progettazione delle schede di espansione, bisogna tener presente che il valore logico degli ingressi è affermato (+5V), quindi è necessario che il circuito citato porti l'ingresso al valore logico negato (GND), supportando così correnti di ingresso massime di 1mA.
Per quanto riguarda l'impostazione del multi-switch, tutti gli interruttori devono essere posti nella posizione di "OFF", eccetto il pin 5 che deve essere posto nella posizione di "ON", per il corretto funzionamento del microcontrollore.
Qualora si volesse avere il controllo del reset del microcontrollore, è sufficiente posizionare l'ingresso relativo al pin 5 del multi-switch nella posizione di "OFF" e gestire l'ingresso con un valore logico affermato (spento) o negato (in funzione).

LA PRIMA APPLICAZIONE: INDICATORE DI LIVELLI

L'applicazione che tratteremo in questo articolo, sarà quella di realizzare un indicatore di 4 livelli per serbatoi.
Il progetto non si limita solo a fornire un'indicazione ON/OFF (Pieno/Vuoto) del serbatoio, ma fornisce lo stato attuale del livello attraverso un display ad alta luminosità.
I campi di applicabilità e i vantaggi che ne derivano sono molteplici. Facendo un esempio pratico: immaginiamo di chiamare la ditta che si occupa del rifornimento del serbatoio quando questo è vuoto. I disagi che ne derivano sono evidenti: indisponibilità immediata della ditta ad eseguire il lavoro; impossibilità di erogare nel frat-

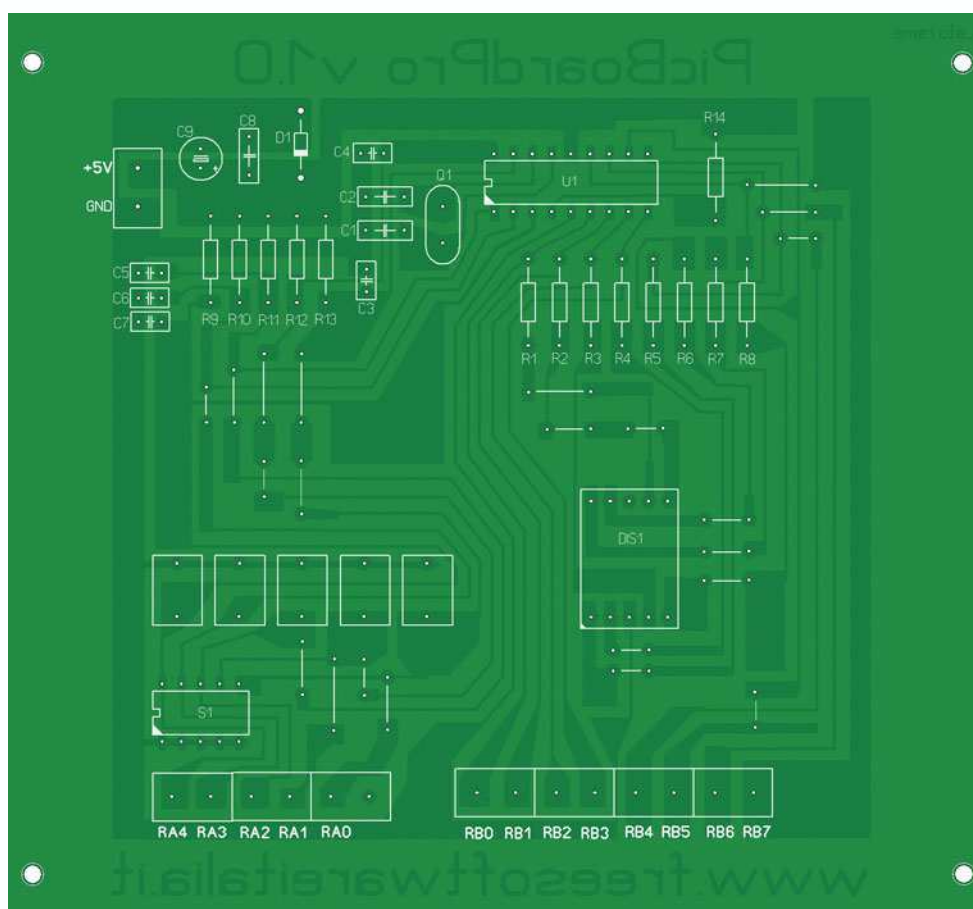



Figura 4: *Piano di montaggio*

tempo il servizio; interruzione forzata dell'attività lavorativa.
Grazie all'indicatore di livelli, potremo chiamare la ditta fornitrice con molto preavviso e garantirsi un'erogazione costante nel tempo. Questo indicatore, inoltre, è utile per il controllo dei serbatoi d'acqua condominiali, per sistemi di regolazione della portata d'acqua in funzione del livello, per avvisatori di contenitori pieni e via discorrendo.
Il progetto verrà strutturato nel seguente modo: sulle porte di input del circuito verranno applicati i segnali derivanti dai sensori e sulle porte di uscita non verrà applicato alcun carico ma verrà visualizzato attraverso il display, il livello corrispondente del serbatoio.
La logica di controllo implementata dal microcontrollore consiste nel verificare periodicamente quali sensori sono abilitati dal liquido e mostrare successivamente un indice compreso tra 1 e 4 che fornisca all'utente lo stato attuale del livello.

Figura 5: *Particolare del serbatoio e applicazione dei sensori*

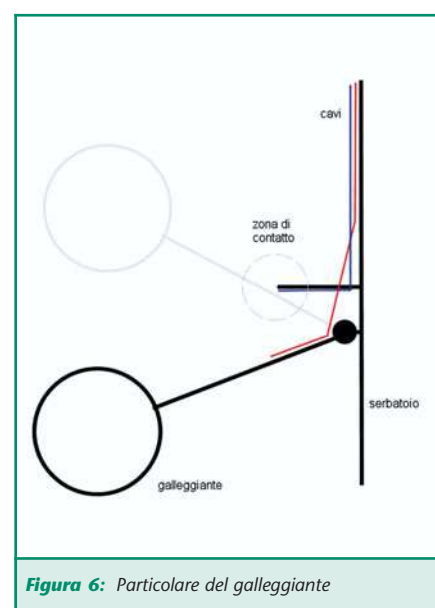



Figura 6: *Particolare del galleggiante*

IL MONTAGGIO

In figura 5, viene mostrato il particolare del serbatoio con la relativa posizione dei sensori.
Il primo sensore, quello posto nella parte bassa del serbatoio, dovrà essere collegato tra la porta INPUT 0 e massa (GND) per portare al livello logico negato il valore dell'ingresso; il secondo alla porta INPUT 1 e massa e così via, fino al quarto (vedi figura 1).
Il sensore da utilizzare deve essere ad immersione e svolgere il compito di cortocircuitare i due contatti quando questo è immerso.
È anche possibile realizzare un sensore artigianale a galleggiante che fissato su di un perno realizzi tale cortocircuito (vedi schema in figura 6).
A questo punto il progetto può dirsi concluso: basta procurarsi un programmatore di PIC per 16F84 (ne abbiamo presentato uno nel numero 222 di Fare elettronica).
Successivamente avviando il software del programmatore, bisogna caricare il firmware "4livelli.hex", disponibile sul sito internet di Fare Elettronica ed avviare la programmazione del microcontrollore.
Per verificare che il lavoro sia stato eseguito a regola d'arte, è sufficiente montare il PIC sul circuito ed applicare una batteria da 9 V, o una tensione di 5 V stabilizzata, sui morsetti "+5V" e "GND", verificando che i segmenti del display si accendano in sequenza realizzando un gioco di luci. In caso contrario, controllare che le saldature siano state eseguite correttamente e verificare i settaggi del software.

IL FIRMWARE

Il firmware che realizza l'applicazione precedentemente descritta è riportata nei riquadri in basso. Sono state trascurate le direttive di inizializzazione del microcontrollore e messe in risalto solo le istruzioni Assembler più significative.

```
1) GO
2)  comf    PORTA, 0
3)  andlw   b'00001111'
4)  movwf   IN
5)  call    TRASD
6)  movwf   PORTB
7)  goto    GO
```

La prima linea di codice denominata "GO" rappresenta un'etichetta, ovvero il punto di partenza dell'intera logica di controllo. Quando il microcontrollore viene resettato attraverso il pin 5 del multi-switch, o acceso, tutti i registri vengono resettati e viene eseguita l'istruzione successiva all'etichetta "GO".
Il passo successivo, nella seconda riga, è quello di complementare i bit della porta di ingresso (PORTA), cioè portare a 0 i bit posti a 1 e viceversa. Questa istruzione è necessaria dal momento che tutti gli ingressi della PORTA sono settati per default al valore logico affermato tramite la rete di pull-up.
La terza istruzione esegue un'operazione logica (AND) tra il valore contenuto nel registro (PORTA) e il valore "00001111"; il risultato è quello di azzerare i primi quattro bit ed evitare anomalie durante l'esecuzione.
La quarta e la quinta istruzione permettono il salvataggio dell'operazione precedente nel registro IN e la chiamata alla funzione TRASD. Questa memorizza il valore nel PCL permettendo di saltare all'istruzione desiderata attraverso le istruzioni 9 e 10.

Ponendoci nel caso in cui il serbatoio sia vuoto e che non sia abilitato alcun sensore, l'istruzione relativa all'indicazione della lettera "L" (low) è la numero 11. Nel caso in cui sia abilitato il primo sensore, l'istruzione relativa all'indicazione del numero "1" è la numero 12 e così via per gli altri sensori.
Qualora uno dei sensori non dovesse funzionare correttamente, ci si può rendere conto del guasto, visualizzando sul display la lettera "E" (error).

```
8)  TRASD   movf    IN, 0
9)  addwf   PCL, F
10) retlw   b'00111000'  ; L
11) retlw   b'00000110'  ; 1
12) retlw   b'01111001'  ; E
13) retlw   b'01011011'  ; 2
14) retlw   b'01111001'  ; E
15) retlw   b'01111001'  ; E
16) retlw   b'01111001'  ; E
17) retlw   b'01001111'  ; 3
18) retlw   b'01111001'  ; E
19) retlw   b'01111001'  ; E
20) retlw   b'01111001'  ; E
21) retlw   b'01111001'  ; E
22) retlw   b'01111001'  ; E
23) retlw   b'01111001'  ; E
24) retlw   b'01111001'  ; E
25) retlw   b'01100110'  ; 4
```

Il valore restituito dalla funzione TRASD viene copiato sulle porte di uscita (PORTB) tramite l'istruzione 6 e visualizzata su display. L'intero controllo viene ripetuto ciclicamente tramite l'istruzione 7 ogni 100 ms.

CONCLUSIONI

Con questo primo articolo su TinyPLC si è voluto offrire ai lettori una visione d'insieme e le potenzialità che riserva questo prodotto, naturalmente si rimanda ad appuntamenti futuri l'approfondimento di singoli aspetti di cui ora è solo possibile dare un'anticipazione: controllo delle code nei supermercati e negli uffici, un software per PC capace di generare automaticamente il file Assembler e tante altre novità che si scopriranno nei prossimi numeri.

APPARECCHIATURA SEMPLICE ED ECONOMICA PER LA PRODUZIONE DI RAGGI X

di Giovanni Lento
sglent@tin.it

Con la bobina dello spinterogeno di un'auto, una valvola radio e pochi componenti è possibile realizzare un'apparecchiatura per la produzione di raggi X, che consente l'esecuzioni di piccole radiografie e di condurre esperimenti nel campo della Fisica. Naturalmente bisognerà prendere le dovute precauzioni per evitare di essere investiti dalle radiazioni.

UN PO' DI STORIA

La scoperta dei **Raggi X** è avvenuta quasi casualmente. *Wilhelm Conrad Roentgen* (1845-1923), professore di Fisica dellUniversità di Wüzburg, nella notte tra il 7 e l8 Novembre 1985 stava conducendo esperimenti con i *tubi di Crookes*, ideati per la produzione e lo studio delle proprietà dei raggi catodici, quando uno schermo al platino cianuro di bario, posto nelle vicinanze, si illuminò. La causa del fenomeno non poteva essere attribuita allàzione dei raggi catodici, perché era da tempo assodato che questi non fuoriescono dallàmpolla di vetro in cui vengono prodotti: doveva trattarsi di altro. Roentgen racchiuse il tubo di Crookes in un contenitore di cartone rivestito di stagnola in modo che la viva luminescenza della regione anticatodica del tubo non potesse penetrare nella stanza che veniva mantenuta al buio. Ma anche in queste condizioni lo schermo al platino cianuro di bario si illuminava. Interpose allora diversi materiali tra il tubo e lo schermo: un mazzo di carte, un pezzo di legno, alcuni oggetti metallici. I primi furono attraversati dai raggi senza difficoltà, mentre nel caso dei metalli compariva la sagoma degli oggetti, segno che i materiali più densi riuscivano a bloccare la radiazione in misura proporzionale alla loro densità. Fu allora che lo scienziato interpose la propria mano e vide profilarsi, entro lòmbra tenuissima della mano, lòmbra densa e nitida delle ossa. Era nata la radioscopia, ma anche la radiografia, basata sulla proprietà della radiazione di impressionare le lastre fotografiche.

LÍntuizione dei vantaggi umanitari della scoperta fu immediata, ma Roentgen non volle brevettarla e trarne dei benefici economici, ma la presentò subito allÁccademia fisico-medica di Wüzburg, asserendo che la sua scoperta apparteneva al mondo. Essendo a quel tempo sconosciuta la natura di tali raggi, Roentgen li chiamò Raggi X; la scienza li chiamerà dal suo nome. Oggi , in seguito agli enormi progressi della fisica e ai fenomeni connessi con la dinamica dellàtomo la natura dei raggi X non è più un mistero. Si tratta di radiazione della stessa natura della luce, ma a frequenza enormemente più alta.

Ciò che fu subito accertato è che i Raggi X sono generati dallúrto dei raggi catodici (oggi sappiamo che si tratta di elettroni) contro le pareti del tubo. Si pensò quindi di introdurre nel tubo di Crookes un altro elettrodo, collegato allànodo, come bersaglio degli elettroni, detto anticatodo. Il nuovo tubo prese il nome di Tubo focus bianodico, per i due anodi e per la particolare forma parabolica del catodo: questa concentrava e focalizzava gli elettroni sullànticatodo, generando una radiazione molto intensa e penetrante. Nel 1913 il tubo focus fu soppiantato dallÍnvenzione di un nuovo dispositivo, il tubo di Coolidge, a vuoto spinto, in cui gli

elettroni vengono generati da un filamento portato allÍncandescenza. Èil tubo che viene tuttóra adoperato.

Figura 1: *Radiografie ottenute con il nostro generatore di raggi X*

RAGGI X DA UNA VALVOLA RADIO

In campo dilettantistico lúso dei raggi X non ha molti cultori, non tanto per il pericolo delle radiazioni dalle quali, come vedremo, ci si può difendere, ma per lálto costo delle apparecchiature. Senza contare la spesa per il generatore dellálta tensione, il solo tubo per raggi X ha costi elevati: anche ricorrendo ad un tubo di piccola potenza come quello usato per radiografie odontoiatriche. Ma se al posto di un tubo commerciale si potesse usare una semplice valvola radio?

LÍdea di usare una valvola radio in una apparecchiatura dilettantistica per la produzione di raggi X, mi è scaturita dalla considerazione del fatto che una valvola è pur sempre un tubo a vuoto in cui è possibile verificare gli effetti di una scarica elettrica di elevato potenziale. Il catodo può essere costituito dai vari piedini della valvola collegati insieme, mentre allánodo si può provvedere incollando un cappelletto di foglia di allumino, del tipo usato in cucina, facendolo aderire perfettamente sul vetro alla sommità opposta del tubo. Se la scarica avesse prodotto lémissione di raggi X per effetto dellúrto di elettroni contro il vetro della valvola come nei primi apparati Roentgen, avrei potuto constatarlo a mezzo un contatore Geiger di mia ideazione.

Maturata lÍdea, mi misi allópera preparando alcune valvole e allestendo un generatore di alta tensione con una bobina dello spinterogeno di auto: il tutto in un montaggio provvisorio a fili volanti. Appena data tensione al circuito, il bip-bip del contatore Geiger ha annunciato immediatamente la presenza della radiazione X. Sperimentando allora con diverse valvole, ho potuto constatare che alcune di esse erano in grado di produrre raggi X avvertibili dal Geiger anche ad alcuni metri di distanza. Scelta la valvola più efficiente volli subito provare ad eseguire una radiografia. Su di una busta nera, con allÍnterno un cartoncino fotosensibile del tipo usato per la stampa di fotografie in bianco e nero, ho posto un paio di forbicine e una scatola di plastica con allÍnterno un integrato, un transistor, un led e due viti ed ho esposto il tutto alla radiazione. Ne è seguita la radiografia visibile in figura 1. Altre radiografie - di cui riporto due esempi: la radiografia di una radiolina tascabile e la radiografia della spina di un pesce - sono state eseguite in seguito alla realizzazione definitiva dellápparecchiatura, che ora mi appresto a descrivere dettagliatamente, a cominciare dallo schema elettrico.

SCHEMA ELETTRICO

Lo schema mostra lápparecchiatura in tutta la sua semplicità: si tratta di una valvola radio, alimentata da una sorgente ad alta tensione, prodotta, come già detto, da una bobina dello spinterogeno di auto, acquistata a modico prezzo presso un rottamaio.

Come è risaputo, tale bobina è costituita da due avvolgimenti su un nucleo di ferro dolce. Alimentando il primario con una tensione di 12-13 volt, si ricava dal secondario una tensione di diverse migliaia di volt. Ma perchéla trasformazione avvenga è necessario interrompere la corrente di alimentazione sul primario a una certa frequenza. Nelle auto questo compito è svolto dalle puntine platinate azionate dal ruttore, nella nostra apparecchiatura da un interruttore elettronico.

LÍnterruttore da me usato, per quanto molto semplice, è di grande efficacia, considerato il fatto che dal secondario si ricava una nutrita scintilla di due centimetri e mezzo. Esso è costituito dallÍntegrato 555 adoperato come oscillatore, la cui uscita è amplificata in continua dai transistor TR1 e TR2. Entrambi i transistor richiedono unáletta per la dissipazione del calore, ricavabile da una striscia di alluminio. La frequenza è determinata dal condensatore C1, dalle resistenze R1 e R2 ed è regolata dal trimmer R3 fino ad ottenere, tra lúscita della bobina e la massa una scintilla la più lunga possibile. La figura 5 mostra lÍnterruttore elettronico a montaggio ultimato.

La scelta della valvola va fatta tra quelle che non hanno il cappuccetto sulla sommità. Ènecessario che non sia troppo bassa, perchéil tal caso la sca-

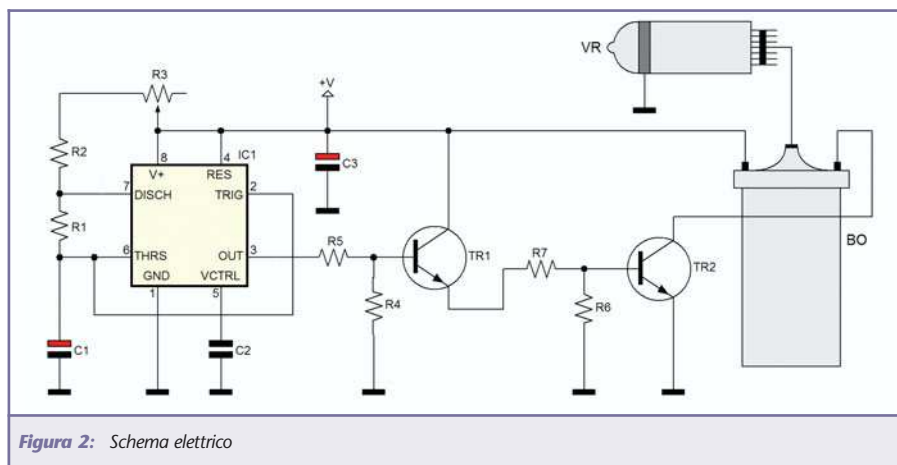



Figura 2: *Schema elettrico*

rica non avverrebbe al suo interno, ma tra i terminali dellàlta tensione allésterno del tubo.
Non ha importanza se abbia o no il filamento bruciato o se sia o no esaurita: ciò che conta è lÌntegrità del tubo, in cui è praticato il vuoto. Personalmente, tra le tante sperimentate, ho usato una valvola a nove piedini ricavata dalla rottamazione di un vecchio televisore. Si tratta di un triodo pentodo del tipo 16TP12, ma vanno bene molte altre: basta provare.
Come si osserva dallo schema, la valvola preparata per questo tipo di apparecchiatura presenta due elettrodi: uno costituito da tutti i piedini cortocircuitati fra loro e làltro da una foglia di alluminio o di stagnola incollata sulla sommità del bulbo di vetro a modo di cappelletto in modo che vi aderisca perfettamente. Una fascetta metallica di ottone o di latta, è avvolta a stretto contatto con questo elettrodo e costituisce un tuttùno con esso. La valvola, così preparata, e visibile in figura 6.

Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
R1	10 KΩ 1/4 W
R2	10 KΩ 1/4 W
R3	470 KΩ trimmer
R4	22 KΩ 1/4W
R5	6,8 Ω 1/2 W
R6	22 KΩ 1/4 W
R7	15 Ω 2 W
C1	220 nF poliestere
C2	10 nF poliestere
C3	47 μF 25 V elettrolitico
IC1	NE555
TR1	BD139 (e simili)
TR2	BU508AF
VR	vedi testo
BO	vedi testo

REALIZZAZIONE

Su una basetta di legno prendono posto la bobina, il circuito dellÌnterruttore elettronico, uno spazio destinato ad accogliere lòggetto da radiografare e un braccio, ricavato da una striscia di compensato, con in cima inserito uno zoccolo che ospita la valvola. I terminali dello zoccolo sono tutti collegati fra loro in modo che possano cortocircuitare i piedini della valvola, come previsto. Il braccio è snodabile per consentire di avvicinare più o meno la valvola allòggetto. La figura 7 mostra lÌnsieme a montaggio ultimato.
Per eseguire delle radiografie è necessario preparare delle buste nere impermeabili alla luce entro cui inserire un cartoncino fotografico con la superficie fotosensibile rivolta verso lòggetto. Èunòperazione da compiere in camera oscura a luce rossa. Va da se che chi può procurarsi delle lastre per radiografie ne sarà notevolmente avvantaggiato, in quanto queste sono molto sensibili e permettono una breve esposizione.
Mi pare superfluo dire che per lo sviluppo ed il fissaggio delle radiografie bisogna operare in camera oscura a luce rossa, adoperando i reagenti che può fornire qualsiasi negozio di materiale fotografico.

PRECAUZIONI DA PRENDERE

Le precauzioni da prender riguardano due pericoli: l'**alta tensione** prodotta dalla bobina e la **radiazione X**. Làlta tensione potrebbe risultare pericolosa se dovesse attraversare il corpo umano. La precauzione da prendere è quella di non toccare i terminali della bobina quando questa è in funzione.
Ma il pericolo più subdolo è rappresentato dai raggi X.
Làpparecchiatura descritta, per la modesta intensità della radiazione ed il relativo potere di penetrazione, non può minimamente essere paragonata a quelle molto potenti che operano negli ospedali o nelle industrie metallurgiche. Tuttavia la radiazione emessa, pur essendo di piccola entità, se assorbita più volte, anche in epoche diverse, è sempre pericolosa per effetto dellàccumulo.
Personalmente ho constatato che i raggi X prodotti dalla mia modesta apparecchiatura sono completamente bloccati da una parete in muratura, per cui, una volta preparato lèsperi-

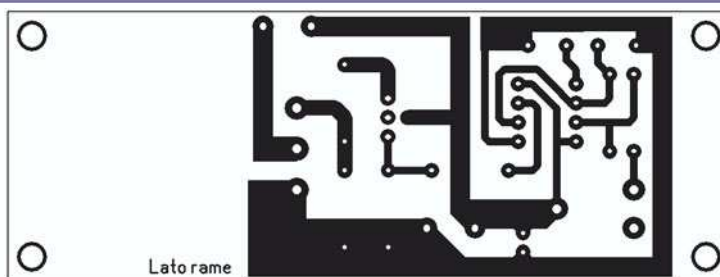



Figura 3: *Circuito stampato scala 1:1 (lato rame)*

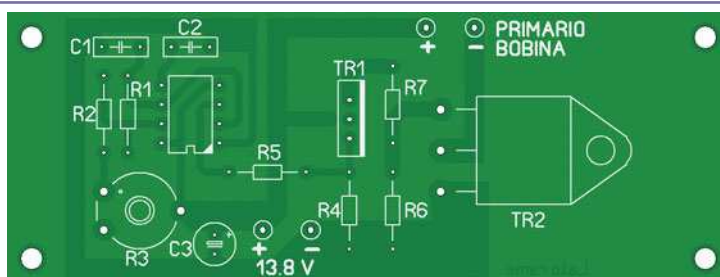



Figura 4: *Piano di montaggio*

Figura 5: Ecco come appare la scheda una volta assemblata

Figura 6: La valvola utilizzata nel nostro generatore

Figura 7: Il generatore di raggi X assemblato

Figura 8: Ripresa dell'immagine per mezzo di una telecamera

mento, io ho premuto il pulsante che aziona l'apparato, dopo aver preso posizione dietro una parete. Chi come me può disporre di una schermo al platino cianuro di bario e fare della radioscopia, può riprendere l'immagine dello schermo fluorescente a mezzo di una telecamera (figura 8) ed osservarla sullo schermo di un monitor posto in un'altra stanza. Questo sistema, oltre a proteggere dalle radiazioni, permette anche la possibilità della registrazione su cassetta. Ad ogni modo ciò che va assolutamente evitata è la tentazione di sottoporre una parte qualsiasi del proprio corpo all'osservazione radioscopica.

Gli appassionati di Fisica potranno adoperare i Raggi X per svariate esperienze. Importante è lo studio della diffrazione a mezzo di reticoli cristallini e la radiografia dell'effetto Laue. In questi casi si rende necessaria la completa schermatura della valvola, che andrà racchiusa entro un contenitore di piombo di almeno un millimetro di spessore, lasciando soltanto aperta una finestrella per la fuoriuscita della radiazione dalla parte rivolta verso l'oggetto dello studio.

A questo punto credo di non dover aggiungere altro, sono comunque a disposizione per qualsiasi chiarimento.

GLI STABILIZZATORI DI TENSIONE

seconda parte

di Nico Grilloni
n.grilloni@farelettronica.com

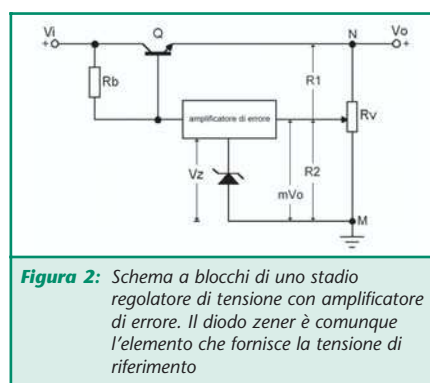
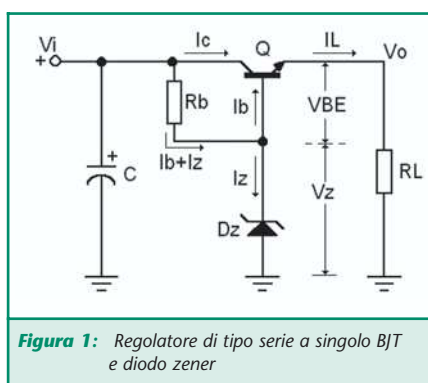
Analizzato il regolatore con semplice BJT e diodo zener si prendono ora in considerazione gli stabilizzatori di tensione con amplificatore di errore

Nel precedente articolo si è preso in considerazione il circuito regolatore di cui alla figura 1. Come si è visto, la stabilizzazione della tensione V_o di uscita a fronte di sempre possibili fluttuazioni della tensione di rete e di altrettanto possibili variazioni della corrente assorbita dal carico, è determinata dal diodo zener la cui tensione V_z, a meno della V_{BE} del BJT Q, determina, per l'appunto, il valore della stessa V_o. In pratica sia le variazioni del carico R_L che le variazioni della V_i - ritenendo costante, almeno in prima approssimazione, la V_z del diodo zener e trascurabile la V_{BE} - sono prive di effetto sulla costanza della V_o.
Ma questo tipo di regolatore, pur fornendo una buona resa in molteplici applicazioni, presenta alcuni inconvenienti che, laddove si prevedano applicazioni di maggior precisione, vanno eliminati o, quantomeno, ridotti al minimo. In questo regolatore, infatti, a parte qualsiasi ulteriore considerazione sulla necessità di scegliere diodi zener con opportuna V_z, sono sempre possibili fluttuazioni sia della tensione di riferimento fornita dai medesimi diodi, sia variazioni della tensione V_{BE} fra base ed emettitore del BJT in serie al carico a causa di altrettanto possibili escursioni termiche. Essendo, come si è visto:

$$V_o = V_z - V_{BE}$$

si comprende facilmente come la variazione della V_z e/o della V_{BE} vadano a ripercuotersi sulla costanza della V_o di uscita. Infine, gli stadi del tipo della figura 1 non consentono alcuna possibilità di variare la tensione di uscita che, come è evidente dall'espressione su riportata, è pressoché coincidente con la tensione V_z del diodo zener.
Per questi motivi è preferibile fare ricorso a configurazioni circuitali il cui schema funzionale è illustrato nella figura 2. Qui si nota la presenza di un amplificatore di errore che, agendo da amplificatore differenziale, compensa istantaneamente la eventuali fluttuazioni della V_o.
L'amplificatore di errore, infatti, esegue costantemente la differenza fra una parte mV_o della tensione V_o presente fra i punti N e M e la tensione V_z di riferimento. La differenza ($mV_o - V_z$) viene trasmessa alla base del BJT Q. Quest'ultimo, in funzione della variazione di tensione "sentita" dalla base, ossia in funzione della differenza ($mV_o - V_z$), sarà più o meno conduttore e le variazioni della sua tensione collettore-emettitore V_{CE} riporteranno al valore prefissato la tensione V_o di uscita. Nella medesima figura si nota anche la presenza di un potenziometro che, posto in parallelo al carico, consente, come si vedrà, di variare la tensione di uscita.
Un circuito già pratico è esposto nella figura 3 dove si sono anche riportate le varie grandezze elettriche in gioco. La funzione amplificatrice d'errore è qui realizzata dal BJT Q_2 e quindi la tensione di errore ($mV_o - V_z$) coincide con la V_{BE2}. Un incremento, per esempio, della tensione V_o di uscita dovuta ad un diminuito assorbimento di corrente da parte del carico, determinerà un incremento della polarizzazione diretta della giunzione base-emettitore dello stesso Q_2. Ciò determinerà una maggiore conduzione

Figura 1: *Regolatore di tipo serie a singolo BJT e diodo zener*

Figura 2: *Schema a blocchi di uno stadio regolatore di tensione con amplificatore di errore. Il diodo zener è comunque l'elemento che fornisce la tensione di riferimento*

del BJT Q_2 che, richiamando una maggiore corrente di collettore, causerà un decremento del pilotaggio di base del BJT Q_1. La conseguente maggiore caduta di tensione collettore-emettitore dello stesso Q_1, ossia l'incremento della V_{CE1}, riporterà al valore prefissato la tensione di uscita. Per maggiore semplicità si riporta di seguito la sequenza causa-effetto:
Incremento della V_o → incremento della V_{BE2} → incremento della I_{b2} → incremento della I_{c2} → decremento della I_{b1} → incremento della caduta di tensione V_{CE1} → ristabilimento del valore iniziale della V_o.
Viceversa, se la tensione di uscita tenderà a diminuire per un maggiore assorbimento del carico, la sequenza causa-effetto è eguale a quella appena riportata sostituendo al termine incremento il termine decremento e a decremento il termine incremento.
Sempre con riferimento alla figura 3 e alla relativa maglia di uscita, per la tensione V_o ai capi del carico, si ha:

$$V_o = V_z + V_{BE2} + nV_o \qquad [1]$$

ma è:

$$nV_o = (V_o \cdot R_1) / (R_1 + R_2)$$

pertanto la [1], sostituendovi quest'ultima espressione, diviene:

$$V_o = V_z + V_{BE2} + (V_o \cdot R_1) / (R_1 + R_2)$$

Infine, ricavando V_o, si ottiene:

$$V_o = (V_z+V_{BE2}) \cdot \left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)$$

Da questa si vede come sia possibile variare la tensione V_o di uscita agendo sul valore delle resistenze R_1 e R_2, o, meglio, sul rapporto R_1/R_2.
In genere, al fine di non ottenere valori troppo bassi della resistenza R_b si sostituisce il BJT Q_1 con una coppia di BJT connessi in Darlington come mostra la figura 4. In ogni caso le espressioni utili al dimensionamento dei due regolatori proposti nelle figure 3 e 4 sono pressoché identiche.
Unica accortezza: volendo dimensionare uno stabilizzatore come quello proposto nella figura 3 si dovrà prendere in considerazione il guadagno in corrente h_{FE1} del BJT Q_1, mentre volendo progettare uno stadio del tipo proposto nella figura 4 sarà sufficiente considerare la coppia Q_1, Q_2 come un unico transistor avente un guadagno di corrente h_{FEtot} pari al prodotto dei guadagni statici dei due BJT. Si ha cioè:

$$h_{FEtot} = h_{FE1} \cdot h_{FE2}$$

Si hanno pertanto le espressioni utili:

1. $V_i = (1{,}5 \div 2) \quad V_{omax}$
2. $P_{Q1} = (V_i - V_o)\, I_L = (V_i - V_o)\, I_{c1}$
3. $V_z \leq 0{,}5\ V_o$
4. $I_{b2} = I_b = I_{c1} / h_{FEtot} = I_L / (h_{FE1} \cdot h_{FE2})$
5. $I_{c3} = (1 \div 5)$mA
6. $I = I_b + I_{c3}$
7. $R_b = [V_i - (V_o + 1{,}4)] / I$
8. $I_{b3} = I_{c3} / h_{FE3}$
9. $I_v = (20 \div 100) \quad I_{b3}$
10. $R_1 + R_2 = R_v = V_o / I_v$
11. $R_2 = (V_z + V_{BE3}) / I_v$

Figura 3: *Circuito pratico di uno stadio regolatore per tensione di uscita fissa, con amplificatore di errore realizzato tramite il BJT Q_2. La tensione V_o è funzione del rapporto R_1/R_2*

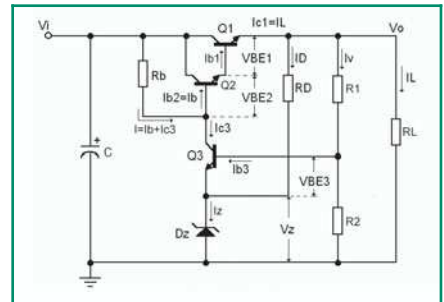



Figura 4: *Circuito pratico di uno stadio regolatore per tensione di uscita fissa, analogo a quello illustrato nella figura 3 ma dove, al fine di incrementare il valore della resistenza R_b, si è fatto ricorso a due BJT (Q_1 e Q_2) connessi in Darlington*

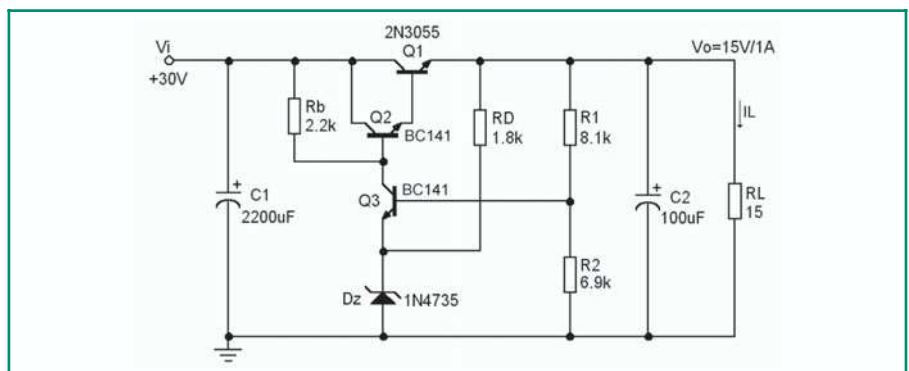



Figura 5: *Stadio regolatore completamente dimensionato per una V_o = 15 V e una corrente I_L = 1 A.*

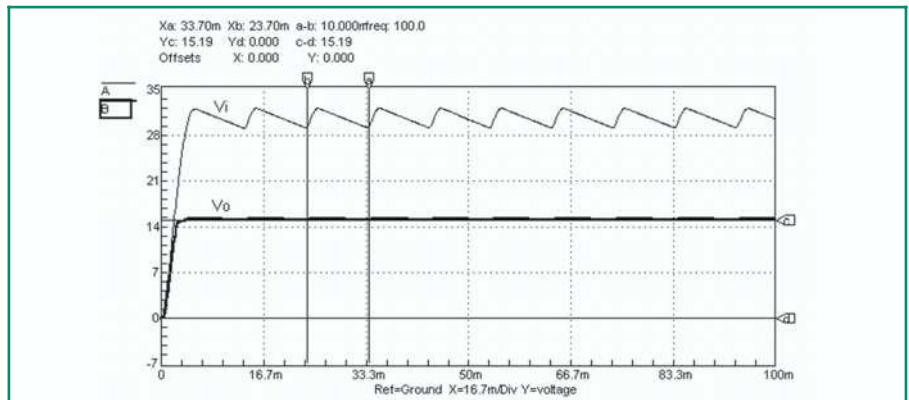



Figura 6: *Andamento della tensione V_i in ingresso e della tensione V_o di uscita con riferimento alla stadio stabilizzatore di cui alla figura 5*

12. $R_1 = R_v - R_2$
13. $R_D = (V_o - V_z) / I_z$

Nell'espressione (7) 1,4 rappresenta la somma ($V_{BE1} + V_{BE2}$). Si è infatti posta eguale a 0,7 la tensione base-emettitore dei BJT Q_1 e Q_2.

Esempio 1
Si voglia progettare uno stadio stabilizzatore del tipo illustrato nella figura 4 in grado di fornire una tensione di uscita di 15 V e di erogare una corrente massima di 1 A.
Si fa notare che, per maggior chiarezza, ai numeri dei vari sottoparagrafi si sono qui attribuiti gli stessi numeri delle formule su riportate.

1 Si fissa una tensione V_i di ingresso pari, per esempio, a due volte la massima tensione voluta in uscita. Si pone quindi:
$V_i = 2 \times 15 = 30$ V
2 Si determina la potenza che deve dissipare il BJT Q_1 in serie al carico:
$P_{Q1} = (30 - 15) \times 1 = 15$ W
3 Per la tensione di riferimento fornita dal diodo zener, dovendo essere $V_z \leq 0,5 \times 15 = 7,5$ V, si utilizzerà un diodo zener con $V_z = 6,2$ V.
4 Utilizzando per Q_1 il BJT 2N3055 al quale può assegnarsi un h_{FE1min} pari a 40, e per Q_2 un BC141 a cui può assegnarsi un h_{FE2min} pari a 100, si ricava la corrente di base $I_b = I_{b2}$ del BJT Q_2 in funzione della corrente I_c di collettore che è pressochéeguale alla corrente $I_L = 1$ A richiesta dal carico. Si ha quindi:
$I_{b2} = I_b = 1 / (40 \times 100) = 250$ µA
5 Si pone quindi pari a 5 mA la corrente I_{c3} di collettore del BJT Q_3. Per quest'ultimo si potrà ancora utilizzare un BC141 ($h_{FE3} = 100$).
6 Si calcola quindi la corrente $I = I_b + I_{c3}$ che circola nella resistenza R_b. Si ha:
$I = (5 + 0,25)$ mA = 5,25 mA
7 Si calcola quindi il valore da attribuire alla resistenza R_b. Si ricava:
$R_b = [30 - (1,4 + 15)] / (5,25 \times 10^{-3}) = 2590\ \Omega$
Si approssimerà questo valore al valore normalizzato immediatamente inferiore. Si porrà quindi $R_b = 2.2$ kΩ.

8 Si determina quindi il valore della corrente di base del BJT Q_3. Avendo attribuito a questo BJT un guadagno $h_{FE3} = 100$, per $I_{c3} = 5$ mA, si ottiene per I_{b3}:
$I_{b3} = (5 \times 10^{-3}) / 100 = 50$ µA
9 Si pone ora la corrente I_v nelle resistenze R_1,R_2 pari, per esempio a 20 volte la corrente I_{b3} e si ricava così:
$I_v = 20 \times 50 \times 10^{-6} = 1$ mA
10 Si calcola quindi la resistenza totale ($R_1 + R_2$). Si ottiene:
$R_1 + R_2 = 15 / 10^{-3} = 15$ kΩ
11 Per $V_z = 6,2$ V e $V_{BE3} = 0,7$ V, il valore da attribuire alla resistenza R_2 è pari a:
$R_2 = (6,2 + 0,7) / 10^{-3} = 6,9$ kΩ
12 Si calcola il valore da attribuire alla resistenza R_1:
$R_1 = 15000 - 6900 = 8,1$ kΩ
13 Si ricava infine il valore della resistenza R_D ponendo $I_D = 5$ mA. Si ottiene:
$R_D = (15 - 6,2) / (5 \times 10^{-3}) = 1760\ \Omega$

Porre I_D pari a 5 mA significa determinare una corrente nel diodo zener pari a circa 10 mA. Nel diodo zener confluiscono infatti la corrente I_D e la corrente $I_{c3} = 5$ mA di collettore del BJT Q_3.
La figura 5 riporta lo stadio qui completamente dimensionato. Il condensatore C_2, posto in uscita in parallelo al carico, ha la funzione di diminuire ulteriormente la resistenza di uscita dello stabilizzatore.
La figura 6 riporta quindi le forme d'onda ricavate in simulazione al computer, rispettivamente della tensione V_i di ingresso e della tensione V_o ai capi del carico R_L. La distanza fra i marker orizzontali indica il valore della tensione V_o di uscita. Si legge: ($c - d$) = 15,19 V. La reciproca posizione dei marker verticali indica la frequenza del ripple che è di 100 Hz avendo eseguito il raddrizzamento della tensione di rete con un ponte di Graetz.

Esempio 2
Regolatore con tensione di uscita variabile
Se adesso al posto delle resistenze R_1 e R_2 si pone un potenziometro così come illustra la figura 7 si ottiene un alimentatore stabilizzato a tensione di uscita variabile. Come si è già detto, l'escursione della tensione di uscita si ricava tramite l'espressione:

$$V_o = (V_z + V_{BE3}) \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

In questo caso, R_1 e R_2 sono rispettivamente i valori di resistenza fra il cursore del potenziometro R_v e i punti N e M. Se quindi si porta il cursore interamente verso il punto N, condizione che equivale a porre $R_1 = 0$ nell'espressione precedente, si ha una tensione di uscita pari a:
$V_o = V_z + V_{BE3} = 6,2 + 0,7 = 6,9$ V
Questo è il valore minimo ottenibile per la V_o.
Portando il cursore interamente verso il punto M si avrebbe una tensione di uscita teoricamente infinita ma in effetti si ha una tensione V_o di pochi volt inferiore alla tensione V_i di ingresso. In questa condizione infatti si interdice il BJT Q_3 la cui giunzione base-emettitore viene polarizzata inversamente (emettitore positivo rispetto alla base) per la presenza del diodo zener.
Per ovviare a ciò si ricorre in genere alla soluzione di cui alla figura 8 dove al potenziometro R_v si sono sostituiti un potenziometro R da 10 kΩ e due trimmer R'_1 da 5 kΩ e R'_2 da 10 kΩ. La regolazione dell'escursione della tensione di uscita è semplice: dopo aver portato il cursore del potenziometro R interamente verso massa - ossia verso il punto B - si agirà sul trimmer R'_1 fino ad avere in uscita una V_o di 18 V, mentre dopo aver portato il medesimo cursore interamente verso il punto A si agirà sul trimmer R'_2 fino ad ottenere in uscita una tensione V_o pari a 8 V. A questo proposito si tenga presente che il valore di resistenza inserito dal

trimmer R'_2 dovrà comunque essere, per lèspressione numero 1, maggiore o eguale a 6950 Ω al fine di realizzare la permanenza del BJT Q_3 in zona attiva. Supponendo, per esempio di aver fissato il trimmer $R'1$ su 1,7 kΩ e il trimmer R'_2 su 7 kΩ, dallèspressione su riportata per valutare lèscursione della tensione V_o di uscita si ricava:

a. Con il cursore di R rivolto interamente verso B:

$$V_o = 6{,}9 \cdot \left(1 + \frac{10000 + 1700}{7000}\right) = 18{,}43\,\text{V}$$

b. Con il cursore di R rivolto interamente verso A:

$$V_o = 6{,}9 \cdot \left(1 + \frac{1700}{10000 + 7000}\right) = 7{,}59\,\text{V}$$

Da questùltima espressione si può dedurre che diminuendo il valore introdotto dal trimmer R'_1 si può avere una più ampia escursione della tensione di uscita dal momento che ad una diminuzione del valore della R'_1 (che coincide con la R_1 quando il cursore del potenziometro è rivolto interamente verso il punto A) segue una diminuzione della V_o. Ma, a parte il fatto che un decremento della R'_1 comporta comunque un decremento della massima V_o, la tensione minima di uscita non potrà mai essere inferiore a (V_{BE3} + V_z), ossia, nel nostro caso, non potrà mai essere inferiore a 6,9 V.

La figura 9 riporta, dallàlto verso il basso, làndamento della tensione V_i di ingresso, ossia ai capi del condensatore di filtro C_1, e delle due tensioni di uscita V_{omax} e V_{omin} che si hanno in uscita in corrispondenza delle due posizioni estreme del cursore del potenziometro. La V_{omax} e la V_{omin} sono, rispettivamente indicate dalla posizione dei marker orizzontali c e d. Si legge infatti: Yc = 18,73 V e Yd = 7,7 V. Si noti come la curva corrispondente a V_{omin} sia notevolmente "pulita", mentre la curva relativa alla V_{omax} presenti alcune increspature. Ciò è

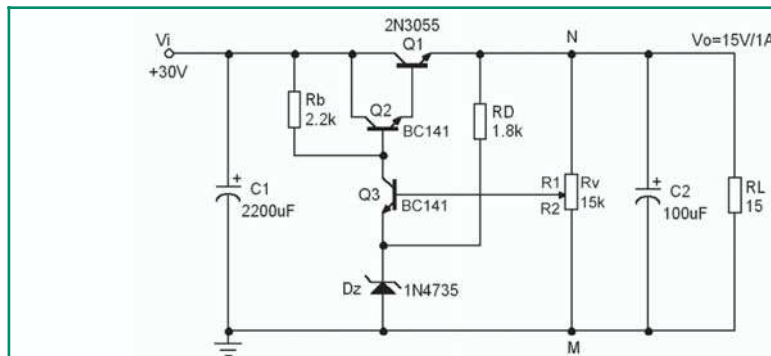



Figura 7: *La possibilità di variare la tensione V_o di uscita si ottiene ponendo nel circuito di cui alla figura 5 un potenziometro R_v al posto delle resistenze R_1 e R_2.*

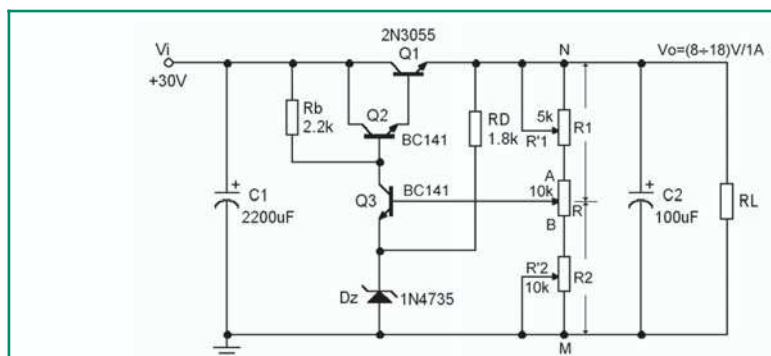



Figura 8: *Circuito pratico dello stadio regolatore per tensione di uscita variabile nel quale, agendo sui trimmer R'_1 e R'_2, si fissano le tensioni massima e minima di uscita*

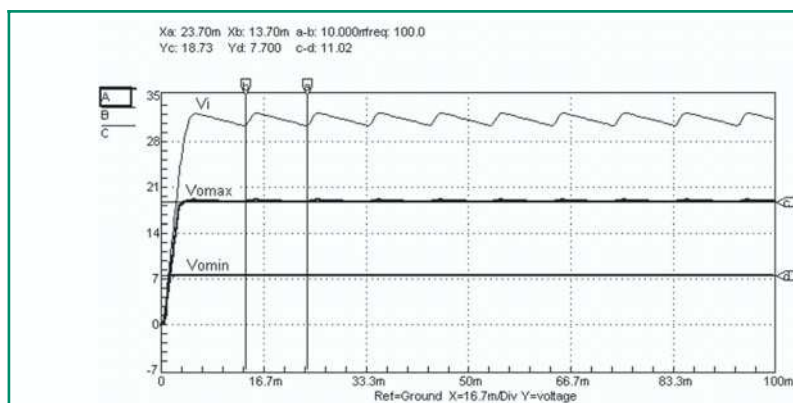



Figura 9: *Dall'alto verso il basso, e con riferimento allo stadio stabilizzatore di cui alla figura 8, la tensione V_i di ingresso e le tensioni di uscita per le due posizioni estreme del cursore del potenziometro R*

determinato dal fatto che avendo lasciato invariato il carico (R_L = 15 Ω) quando il potenziometro è posizionato per la tensione minima (V_{omin} = 7,7 V) làssorbimento di corrente è pari a 7,7/15 = 513 mA, mentre quando il potenziometro è posizionato per la massima V_o (V_{omax} = 18,73 V) làssorbimento di corrente diviene 18,73/15 =1,24 A. Ad un incremento della corrente richiamata dal carico corrisponde pertanto, comèra prevedibile, un incremento del ripple. Già nel precedente articolo, infatti, si è fatto notare come la tensione di ripple sia proporzionale alla corrente I_L nel carico.%

NOTA PER IL LETTORE

La simulazione al computer dei circuiti qui esposti è stata eseguita col programma SPICE (*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*) della Microcode Engineering Inc. (CircuitMaker).

ALESSANDRO VOLTA

di Alice Vezzaro
a.vezzaro@rosadeicolli.it

Come molti studiosi vissuti tra il Settecento e l'Ottocento, Alessandro Volta si occupò di varie branche della scienza, ma divenne celebre per i suoi studi di fisica riguardanti i fenomeni elettrici e le loro cause.

Alessandro Volta nacque a Como il 18 febbraio 1745; il suo nome esteso era però Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio.
La famiglia di Alessandro era aristocratica: i genitori, infatti, erano don Filippo e donna Maddalena dei Conti Inzaghi.

Come la maggior parte dei nobili del tempo, il giovane Alessandro seguì studi umanistici dal 1758 al 1760 presso un collegio gesuita, e lì cominciò a leggere autori classici come Tasso e Virgilio e a scrivere versi in latino.
In seguito, egli spostò la sua attenzione verso gli studi filosofici, ma dopo la morte del padre uno zio lo ritirò dalla scuola gesuita in cui studiava per iscriverlo al prestigioso Seminario Benzi, dove terminò il ginnasio.
Il maestro di Alessandro, padre Bonesi, tentò inutilmente di fargli intraprendere la carriera ecclesiastica, e altrettanto vani furono i consigli dello zio di dedicarsi agli studi giuridici. All'età di diciotto anni, egli cominciò a tenere una intensa corrispondenza con lo scienziato Nollet e con Giambattista Beccaria.
Abbandonati gli studi, Volta cominciò a dedicarsi interamente ai fenomeni elettrici e studiò vari trattati di scienziati dell'epoca riguardanti appunto l'elettricità.

A partire dal 1765 il giovane Alessandro frequentò la casa di Giulio Cesare Gattoni, che era stata allestita da quest'ultimo in modo che fungesse da laboratorio; in questa sede Volta impiantò il primo parafulmine in Italia.

Nel 1769 egli pubblicò il suo primo testo, in latino, dal titolo “De vi attractiva ignis electrici ac phaenomenis inde pendentibus”, con il quale contrastava alcune teorie delle scienze elettriche. Volta usava scrivere in latino come tutti gli uomini colti del suo tempo, anche se parlava e scriveva anche in inglese, francese e tedesco; dal 1771, però, egli cominciò a scrivere le sue opere in volgare.

Figura 1: *Ritratto di Alessandro Volta*

Nel 1774 fu nominato Soprintendente e Reggente in una importante scuola di Como; continuando i suoi studi, l'anno successivo fu in grado di costruire uno strumento che poteva fornire elettricità senza strofinio continuo, che chiamò elettroforo perpetuo.
Nello stesso anno, gli fu attribuita la cattedra di Fisica sperimentale presso il Regio Ginnasio di Como; nel 1776, mentre navigava in un canneto presso Angera sul Lago Maggiore, notò che dal fondo melmoso del lago salivano a galla delle bolle gassose.
Incuriosito da quel gas, Volta ne prelevò un campione e ne osservò il carattere infiammabile, scoprendo quello che noi oggi chiamiamo metano. Grazie a questa scoperta, lo scienziato inventò un dispositivo che poteva provocare un'esplosione se innescato da una scintilla (pistola) e che in seguito utilizzò per determinare la quantità di ossigeno nell'aria con il nome di eudiometro; con lo stesso strumento Volta costruì anche una lampada a gas.

Nel frattempo, nello stesso anno, egli riuscì a inviare un segnale elettrico da Como a Milano mediante un filo metallico, isolato con pali di legno, che costituiva un circuito

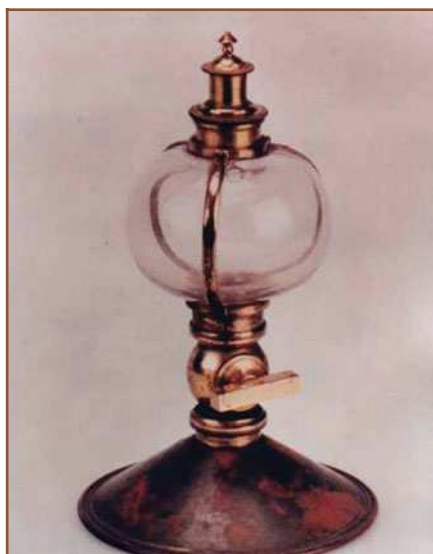



Figura 2: *La "lampada perpetua" a gas*

Figura 3: *Pistola di Volta*

elettrico chiuso: il segnale fu effettivamente ricevuto a Milano e fu reso visibile con l'esplosione della pistola a gas.
Come è facile comprendere, questa scoperta sarà poi fondamentale per l'invenzione del telegrafo.
Nel 1777 Volta compì un viaggio all'estero, in Svizzera, Alsazia e Savoia, dove incontrò alcuni tra i più famosi naturalisti del tempo come De Saussure e Senebier.
Grazie al successo delle sue scoperte, Volta fu nominato professore di Fisica particolare all'Università di Pavia nel 1778. A partire dal 1780, cominciò anche gli studi riguardanti il condensatore e le sue caratteristiche, inventando uno strumento che era in grado di misurare stati elettrici molto deboli, l'elettroscopio condensatore. Inoltre, lo scienziato definì correttamente la relazione fondamentale del condensatore, ovvero Q=C*T.

Nel 1781 lo scienziato si preparò ad un altro viaggio all'estero: egli visitò la Savoia, la Svizzera, la Germania, il Belgio, l'Olanda, la Francia (fermandosi quattro mesi a Parigi) e la Gran Bretagna, per avere scambi di idee con altri scienziati.

Nel periodo successivo Volta si allontanò momentaneamente dagli studi sui fenomeni elettrici, occupandosi dei gas e delle loro proprietà fisico – chimiche e formulando, in anticipo di nove anni rispetto a Gay – Lussac, la legge di dilatazione uniforme dell'aria.
Nel 1792 egli esaminò con cura gli esperimenti di Galvani sull'elettricità animale, ovvero la contrazione dei nervi e dei muscoli di una rana morta dovuta a una misteriosa "elettricità animale residua".
Sebbene in un primo momento Volta concordasse con i risultati di Galvani, in seguito ipotizzò che le contrazioni non erano dovute ad una elettricità residua ma al contatto tra i due metalli che formavano l'arco che collegava nervo e muscolo della rana. La rana fungeva quindi da elettroscopio; ovviamente, questa teoria non fu accettata dai galvaniani.

Il 22 novembre 1794 lo scienziato sposò Teresa Peregrini, da cui ebbe tre figli maschi a cui fu sempre molto legato, anche se purtroppo il secondogenito, Flaminio, morì a soli diciotto anni. Nello stesso anno, in anticipo di quattro anni rispetto a Dalton, lo scienziato misurò la tensione di vapore dell'acqua e comprese correttamente il suo significato.
La controversia con Galvani continuò fino a quando Volta riuscì nel 1799 a sfruttare la differenza di potenziale esistente tra due superfici metalliche diverse con un terzo conduttore umido, realizzando la pila e annunciando la sua formidabile scoperta alla Royal Society di Londra il 20 marzo del 1800.
Volta spiegava il funzionamento della pila, che lui aveva chiamato organo elettrico artificiale, con la teoria del contatto tra i due metalli e con la presenza del conduttore umido che sommava le tensioni; non erano ancora previste, quindi, cause di natura chimica.

Volta ottenne così una fama mondiale in continua crescita, anche se le teorie di Galvani, disprezzate e invalidate, divennero invece le basi per l'elettrofisiologia e la biologia moderna.
La pila fu presentata nel 1801 all'Istitut de France, dove era presente anche Napoleone Bonaparte che conferì allo scienziato una medaglia d'oro. Con l'ascesa di Napoleone alla carica di imperatore, Volta fu nominato Senatore del Regno d'Italia nel 1809 e conte nel 1810 e fu insignito di varie onorificenze.

Figura 4: *Manoscritto sull'invenzione della pila inviato da Volta alla Royal Society di Londra*

La gloria però determinò un progressivo allontanamento dagli studi, dall'insegnamento e soprattutto dalla famiglia, e Volta cominciò a prendere in seria considerazione l'idea di ritirarsi a vita privata. Egli infatti abbandonò l'insegnamento nel 1813, e fu nominato direttore della facoltà di filosofia a Pavia; nel 1819 si ritirò definitivamente nella sua villa di campagna, dove morì dopo una breve malattia il 3 marzo 1827.

Figura 5: *Le varie invenzioni di Volta*

Figura 6: *Elettroforo del Volta*

L'ELETTROFORO DI VOLTA

L'elettroforo è uno strumento grazie al quale è possibile sfruttare il principio dell'induzione elettrostatica, ovvero il fenomeno per cui in un conduttore neutro si verifica una ridistribuzione delle cariche ad opera di un corpo carico avvicinato. L'elettroforo è costituito da un piatto metallico dotato di un manico isolante e appoggiato su un supporto isolante; se si elettrizza per strofinio il supporto e vi si appoggia il disco, questo si caricherà per induzione e dato che presenterà due accumuli di cariche di segno opposto, toccandolo con un dito le cariche negative verranno scaricate a terra e il disco sarà carico positivamente.

L'EFFETTO VOLTA

Il presupposto fondamentale per l'invenzione della pila fu l'osservazione da parte di Volta della differenza di potenziale che si veniva a creare tra due superfici metalliche diverse poste a contatto, chiamata di conseguenza di contatto. Questo valore è oggi chiamato effetto Volta ed è diverso in base ai metalli utilizzati, ma rientra sempre nei valori di 1-2 V. Questa differenza di potenziale è totalmente indipendente dalle dimensioni, dalla forma e dalla superficie di contatto dei due pezzi di metallo, mentre è influenzata da parametri ambientali e fisici come la temperatura e la presenza di ossidi.
Per poter osservare quantitativamente il fenomeno Volta disponeva solamente di elettroscopi a foglie, ovvero di strumenti in grado di rilevare eventuali cariche elettriche tramite il contatto con un pomello che faceva respingere due lamine metalliche che si caricavano dello stesso segno. Al giorno d'oggi è piuttosto semplice calcolare la differenza di potenziale esistente tra una qualsiasi coppia di metalli.
Analizzando questi valori, si ottiene un risultato importante: le differenze di potenziale sono numericamente uguali, ma con il segno opposto, alla differenza fra i lavori di estrazione (ovvero i minimi lavori necessari per far sfuggire un elettrone di conduzione da un metallo) dei due metalli considerati.

Figura 7: *Progetto dell'Elettroforo*

Volta dedusse che, interponendo altri metalli tra i due metalli considerati, la differenza di potenziale rimaneva comunque invariata. Questo però non si verificava per tutti i conduttori, ma solo per alcuni che lo scienziato chiamò di prima specie (i metalli); gli altri conduttori, come le soluzioni saline, furono chiamati di seconda specie.

LA PILA (O BATTERIA)

Una batteria è un dispositivo che trasforma l'energia chimica in energia elettrica; la batteria che Alessandro Volta creò è chiamata comunemente pila, in quanto formata da dischi metallici impilati fra loro.

Generalmente costruire una batteria è piuttosto semplice, in quanto è sufficiente immergere due barre metalliche in due soluzioni ioniche collegate da un ponte salino (costituito da sostanze chimiche come cloruro di potassio in particolari gel). Quando le due barrette sono provviste di fili e sono collegate ad un carico come una lampadina, la reazione chimica causa un passaggio di ioni attraverso il ponte salino e quindi la chiusura del circuito.
Le reazioni chimiche coinvolte nel passaggio di ioni sono di tipo ossido – riduttivo; questo vuol dire che una delle due specie chimiche acquisterà degli elettroni (si riduce), mentre l'altra necessariamente ne perderà un numero uguale (si ossida). Ogni specie chimica è in grado quindi di generare una forza elettromotrice, misurata in volt, che in condizioni ambientali standard viene chiamata "potenziale di ossido – riduzione".

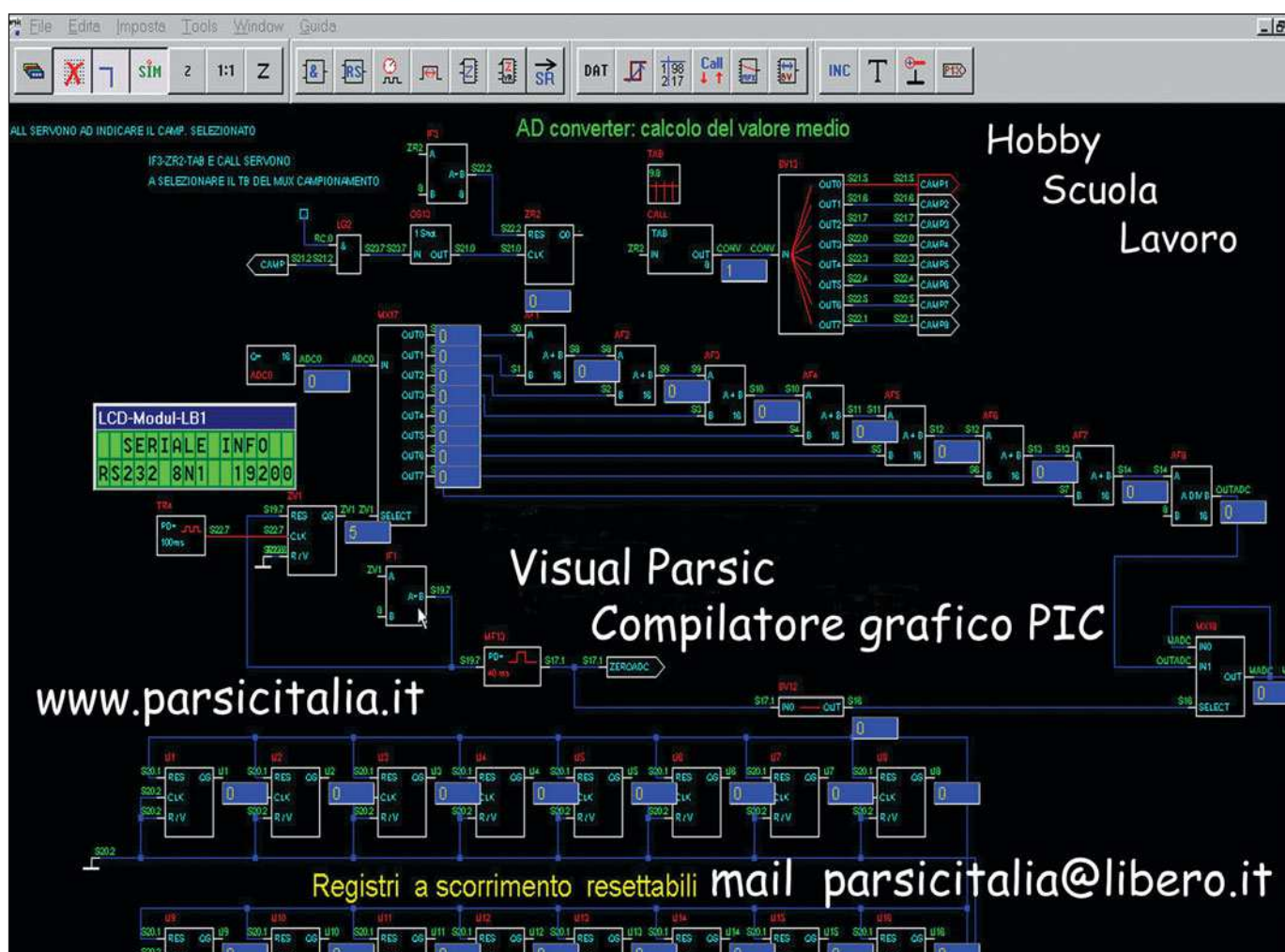
Il metallo che presenta un poten-

ziale di ossido – riduzione minore viene chiamato anodo e subisce la reazione di ossidazione; questo determina un passaggio di elettroni al catodo, cioè il metallo con potenziale di ossido – riduzione maggiore che invece subisce la reazione di riduzione e che assume la carica positiva.
Sebbene il flusso di elettroni liberi avvenga quindi dal polo negativo a quello positivo, convenzionalmente viene assunto come verso della corrente quello opposto, cioè quello che proviene dal catodo e arriva all'anodo, moto che invece spetterebbe a cariche positive.
Nel caso della pila di Volta, i due metalli utilizzati furono zinco e rame intervallati da panni di feltro imbevuti di acido solforico.
La pila di Volta è detta irreversibile, dato che anche quando essa non eroga corrente lo zinco reagisce con l'acido solforico e tende in qualsiasi caso ad esaurirsi.

Figura 8: La pila del Volta

RISORSE IN RETE

www.sparkmuseum.com
www.phys.uniroma1.it
www.bo.infn.it/galvani

Figura 9: Particolare della pila

PRATICAMENTE... AMPLIFICATORI OPERAZIONALI: MIXER AUDIO STEREO A 2 CANALI

di Maurizio Del Corso
m.delcorso@farelettronica.com

Questo mese la pillola di elettronica è indicata per chi ha problemi con gli amplificatori operazionali. Vedremo cosa sono, analizzeremo le configurazioni tipiche, sveleremo il principio del corto circuito virtuale e realizzeremo, come esempio di applicazione, un mixer audio stereo a due canali.

ANALISI E SPECIFICHE DEL PROBLEMA

Si vuol realizzare un circuito in grado di miscelare i segnali audio stereo applicati agli ingressi e fornire in uscita la somma dei segnali di ingresso opportunamente amplificati. Il livello di amplificazione dovrà essere impostabile per ogni singolo ingresso e dovrà essere previsto un regolatore per il livello del segnale di uscita.

LA SOLUZIONE OTTIMALE

Lo schema elettrico per la realizzazione del dispositivo richiesto è riportato nella figura 1. Si noti che il circuito è composto da due sezioni completamente identiche: una per il canale destro e l'altra per il canale sinistro.
La rete costituita da R4, R5 e C3 è invece comune alle due sezioni. I potenziometri P1, P2 e P3 sono doppi in modo che le resistenze delle due sezioni possano essere variate contemporaneamente.
Iniziamo l'analisi dagli stadi di ingresso e consideriamo il canale destro dell'ingresso 1 (riportato in figura 2).

Al connettore J3 viene applicato il segnale di ingresso che attraversa l'intera resistenza del potenziometro. Essendo questa di valore piuttosto elevato, non provocherà un grande assorbimento di corrente dalla sorgente di segnale. Agendo sul cursore del potenziometro, si riesce a prelevare una frazione del segnale di ingresso: se il cursore si trova nella posizione A, il segnale viene prelevato interamente, mentre nella posizione B non viene prelevata alcuna frazione di segnale. Nelle posizioni intermedie verrà prelevata una frazione sempre maggiore via via che il cursore si sposta verso il punto A.
Il condensatore C2 provvede a rimuovere eventuali componenti in corrente continua presenti nel segnale. Vi ricordo, infatti, che un condensatore è costituito da due piastre conduttive separate da un materiale isolante quindi la corrente continua viene bloccata. Un segnale variabile, di frequenza sufficientemente elevata (nel nostro caso superiore ad un centinaio di Hertz), può invece transitare attraverso il condensatore raggiungendo lo stadio successivo.
Lo stadio successivo provvede al "mixaggio" del segnale. Iniziamo l'analisi di questo stadio partendo da una versione ridotta all'essenziale, riportata in figura 3.
Prima di tutto è bene notare che nel circuito di figura 3 è presente una alimentazione duale di +/-12V. Questa consente all'amplificatore operazionale OP1A di fornire in uscita anche tensioni negative. Per contro, una tensione duale è piuttosto fastidiosa da ottenere: vedremo in seguito come supe-

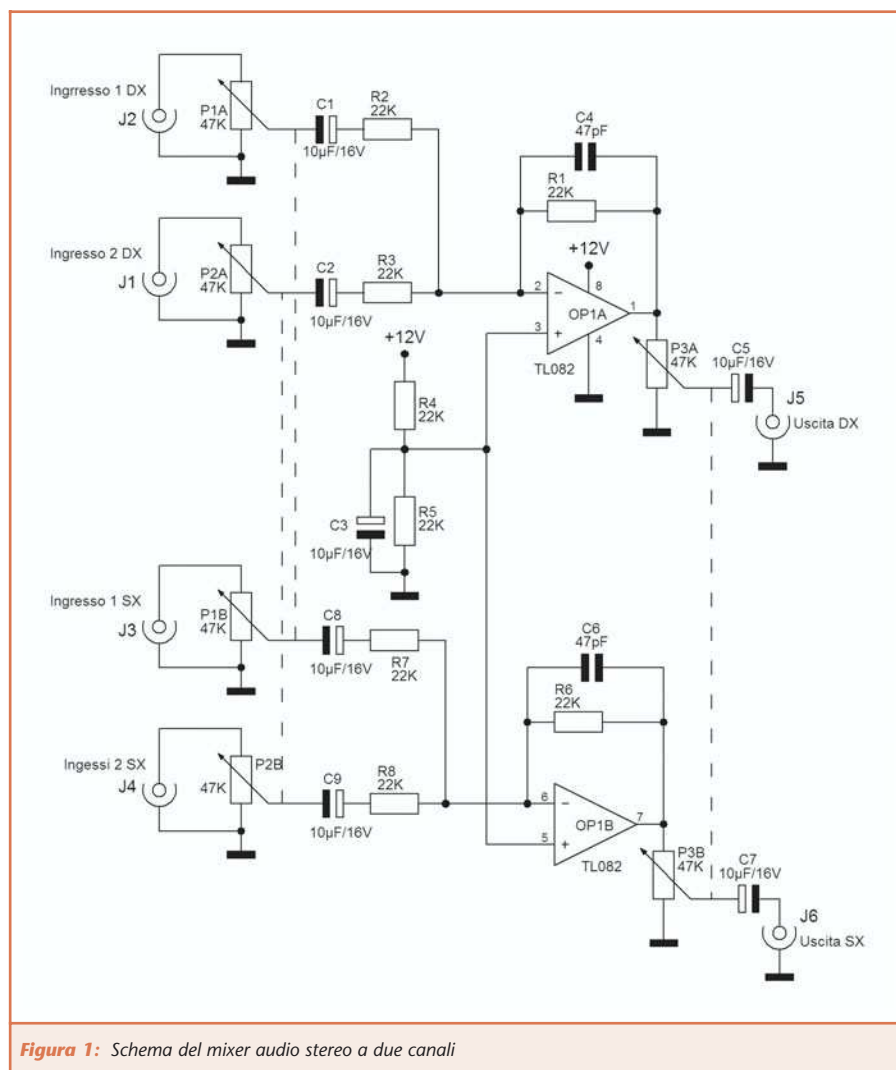



Figura 1: Schema del mixer audio stereo a due canali

Figura 2: Particolare dello stadio di ingresso del canale destro dell'ingresso 1

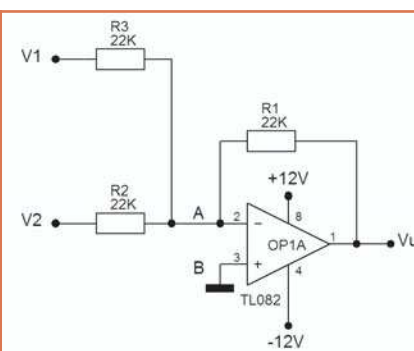



Figura 3: Il cuore dello stadio di miscelazione

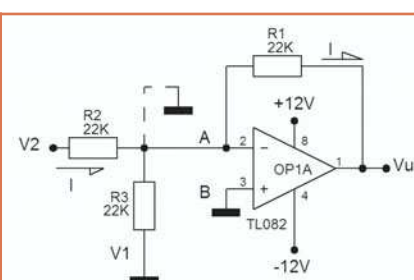



Figura 4: La situazione nel caso di un solo ingresso

rare questo problema.
Quando in un circuito con un amplificatore operazionale è presente un percorso che unisce l'uscita (Vu) con l'ingresso invertente (contrassegnato con il simbolo "-"), si dice che sull'amplificatore esiste una reazione negativa ed in questo caso vale i principio del corto circuito virtuale.
Tale principio recita che, in presenza di reazione negativa, la tensione all'ingresso invertente coincide con quella del morsetto non invertente. Questo è il motivo per cui si parla di corto circuito. La parola virtuale ci ricorda che tra i due terminali non c'è un vero e proprio collegamento fisico anzi, si misura una resistenza infinita (in pratica qualche decina di megaohm) pertanto nei due ingressi non entra corrente.
Nel nostro caso, la resistenza R1 collega l'uscita con l'ingresso invertente, quindi vale il principio del corto circuito virtuale ed essendo il punto B collegato a massa, anche il punto A si troverà a massa. Se consideriamo solo l'ingresso V2 (collegando a massa l'ingresso V1) avremo la situazione di figura 4.
La resistenza R3 viene a trovarsi con entrambi i terminali a massa, quindi in essa non scorre corrente. R2 ha invece un terminale a massa (la massa virtuale) quindi la corrente I che la attraversa, è data da I=V2/R2. Questa corrente scorre anche in R1 (si ricordi che negli ingressi dell'operazionale non entra corrente) che ha anch'essa un terminale a massa. La corrente I può essere espressa anche come I=-Vu/R1 quindi, uguagliando le due espressioni della stessa corrente, si ottiene Vu=-(R1/R2)V2. Essendo poi R1=R2 otteniamo Vu=-V2. Ripetendo lo stesso ragionamento collegando V2 a massa e considerando l'ingresso V1 si avrà Vu=-V1. Dunque nel caso generale in cui sono presenti entrambi gli ingressi, si ha Vu=-(V1+V2) ovvero l'uscita è la somma dei segnali di ingresso.
Chiarito il meccanismo con cui viene effettuata la somma dei segnali, vediamo di risolvere il problema dell'alimentazione duale. L'obiettivo è quello di ottenere in uscita tensioni sempre positive in modo da rendere inutile la parte negativa di alimentazione.

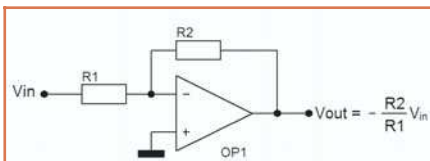



Figura 5: Amplificatore operazionale in configurazione invertente

Supponiamo che i segnali di ingresso abbiano un'escursione massima di +/-1V. Nel peggiore dei casi il segnale di uscita avrà escursione di +/-2V. Il "trucco" sta nel sommare a tutti i segnali una componente continua in modo da traslarli verso l'alto affinché siano sempre positivi.
Questo può essere fatto collegando semplicemente l'ingresso non invertente ad una tensione positiva Vo, anziché a massa. In questo caso restano validi tutti i ragionamenti fatti con la sola differenza che in uscita avremo Vu=-(V1+V2) + Vo ovvero la somma dei due segnali traslata verso l'alto della quantità Vo. Se scegliamo di alimentare il circuito con +12V, possiamo scegliere Vo=6V. Tale tensione si ottiene mediante la rete R4, R5, C3 in cui le due resistenze provvedono a ripartire in parti uguali la tensione di alimentazione, mentre il condensatore filtra verso massa eventuali disturbi. Il condensatore C6, in parallelo alla resistenza di reazione, provvede a limitare il funzionamento del circuito ai soli segnali di frequenza audio.
Il segnale così ottenuto, viene applicato al potenziometro P3 dal quale, tramite il cursore, è possibile prelevarne una frazione compresa tra zero e l'intero, come già visto per lo stadio di ingresso. Il condensatore C5 in serie all'uscita, provvede a rimuovere la componente continua Vo che era stata sommata al segnale utile nello stadio precedente.

APPROFONDIMENTI

Visto che abbiamo parlato di amplificatori operazionali, vale la pena approfondirne un minimo la trattazione. Vediamo le due configurazioni tipiche (invertente e non invertente) e due parametri: lo slew-rate ed il CMRR.

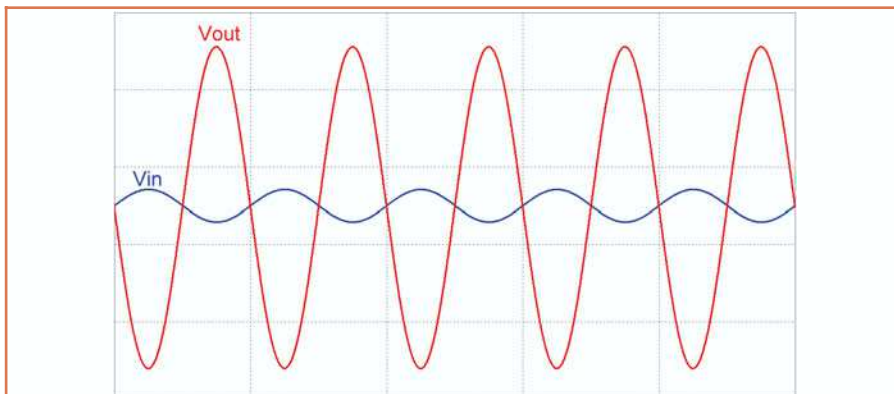



Figura 6: Le forme d'onda per la configurazione invertente con amplificazione 10

Configurazione Invertente

La configurazione invertente è riportata in figura 5. Viene detta 'invertente' in quanto il segnale di uscita, oltre ad essere amplificato, viene anche invertito. Si noti che l'amplificazione del sistema dipende solamente dai valori di R2 ed R1 e non dall'operazionale. In figura 6 sono riportate le forme d'onda di ingresso (in blu) e di uscita (in rosso) nel caso di amplificazione pari a 10 (R2=10R1). Si noti che il segnale di uscita è invertito rispetto a quello di ingresso.

Configurazione Non Invertente

In figura 7 è rappresentata la configurazione non invertente. In questo caso il segnale di ingresso viene amplificato della quantità 1+R2/R1. Si capisce quindi che in questo caso non c'è inversione del segnale e l'amplificazione è comunque superiore (al minimo uguale) ad 1. Le forme d'onda relative a questa configurazione sono riportate in figura 8, nel caso di amplificazione 11 (R2=10R1).

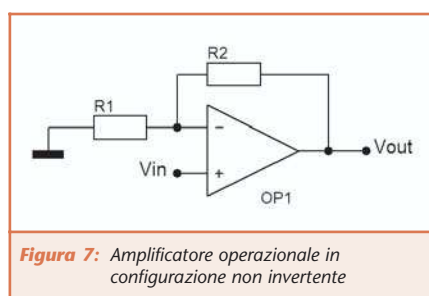



Figura 7: Amplificatore operazionale in configurazione non invertente

Slew-rate

Lo slew-rate (SR) è un parametro che indica la massima velocità di variazione della tensione di uscita nel tempo. Si misura in V/µs (Volt su microsecondo) quindi se ad esempio abbiamo SR=13V/µs significa che l'uscita può

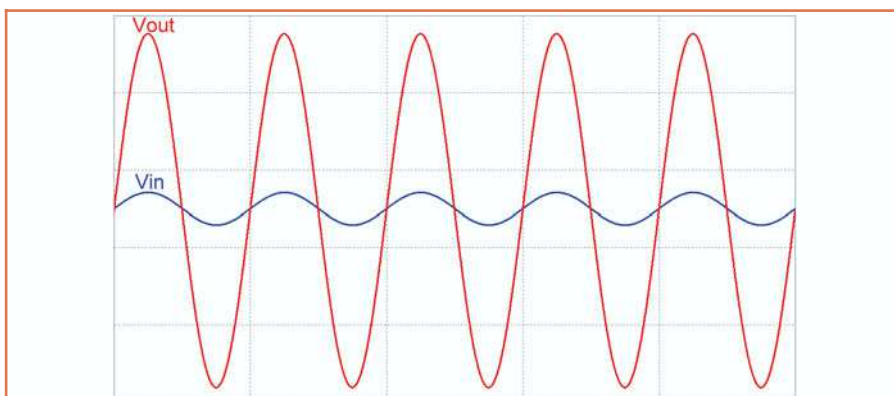



Figura 8: Le forme d'onda per la configurazione non invertente con amplificazione 11

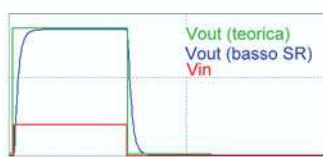



Figura 9: *Risposta al gradino con slew-rate infinito (in verde) e con slew-rate basso (in blu)*

compiere al massimo un salto di 13V in 1μs. L'effetto dello slew-rate si vede sopratutto in risposta a segnali a gradino. In figura 9 è riportato un esempio: il segnale di ingresso è quello in rosso, in verde il segnale di uscita che si avrebbe con slew-rate infinito, in blu il segnale di uscita che si ha in caso di bassi valori di slew-rate. Si nota che in quest'ultimo caso l'uscita non varia con la stessa rapidità dell'ingresso.

CMRR

Un amplificatore operazionale è caratterizzato da due tipi di amplificazione: quella di modo comune Ac e quella differenziale Ad. Il segnale a modo comune è la media aritmetica dei segnali di ingresso quindi è di elevata entità solo quando è presente lo stesso segnale su entrambi gli ingressi. Il rumore elettrico è un segnale di modo comune, in quanto presente su entrambi gli ingressi dell'operazionale. Il segnale differenziale è invece dato dalla differenza tra i segnali applicati agli ingressi. Un buon amplificatore operazionale dovrà avere un alto valore di Ad ed un bassissimo valore di Ac in modo da reiettare tutte le componenti di rumore inevitabilmente presenti agli ingressi. Più precisamente, un buon operazionale dovrà avere un valore di Ad molto maggiore di Ac. Per questo motivo viene introdotto il parametro CMRR, acronimo di Common Mode Rejection Ratio (Rapporto di Reiezione di Modo Comune). Il CMRR è definito come rapporto tra Ad ed Ac quindi maggiore è il valore del CMRR, migliore è la qualità dell'amplificatore operazionale. Generalmente il CMRR è espresso in dB (CMRR=0dB significa che Ad=Ac).

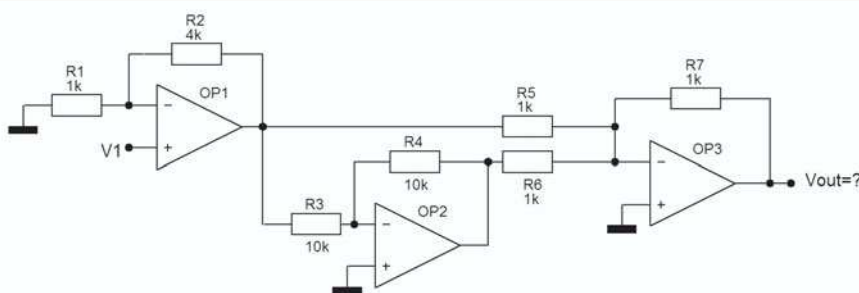



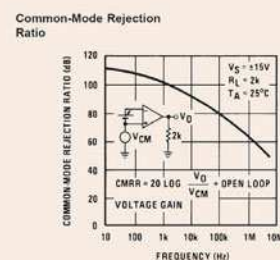
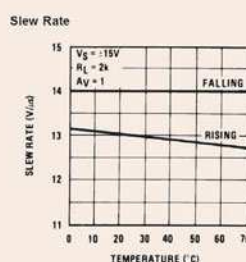
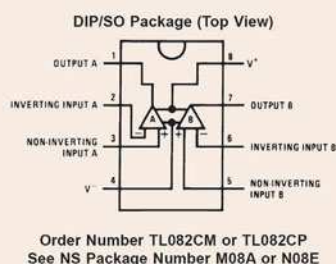
Figura 10: *Il quesito del mese*

CMRR=Ad/Ac
CMRR=20Log(Ad/Ac) [dB]

IL QUESITO DEL MESE

Vediamo prima la soluzione al quesito del mese precedente. Il primo errore è il collegamento in parallelo delle batterie bat2 e bat3 che, come si può notare, hanno un diverso voltaggio quindi andrebbe inserita una resistenza in serie a bat2 in modo che la differenza di tensione (3Volt) cada su tale resistenza. Il secondo errore è la batteria bat4: essa infatti verrà percorsa da una corrente che la attraversa entrando dal terminale positivo. La batteria dovrà quindi essere del tipo ricaricabile affinché possa assorbire questa corrente. Nel caso di una batteria non ricaricabile, il passaggio di corrente in senso inverso potrebbe provocare l'esplosione della batteria.
Questo mese propongo il circuito di figura 10: sapreste dire quanto vale la tensione di uscita? Un risultato un po' strano…vero? Cosa cambia se sostituiamo R3 con una resistenza da 50KOhm?

NEL PROSSIMO NUMERO

Il prossimo argomento saranno i comparatori realizzati con transistor ed operazionali. Vedremo a cosa servono, quali tipi esistono e, come realizzazione pratica realizzeremo un VU-Meter.
Non mancate!

CAMPAGNA ABBONAMENTI 2004-2005

Abbonarsi a Fare Elettronica significa ricevere, comodamente ogni mese a casa tua, tante idee e consigli per rendere il tuo **hobby** una vera **passione.**

Perché Fare Elettronica si diverte solo quando ti diverti tu.

Abbonandoti potrai ricevere la rivista ad un prezzo molto interessante rispetto a quello di copertina. Pagherai infatti solo € 39 invece di € 51 con un risparmio di ben € 12 oltre a ricevere uno sconto del 10% su tutti i libri del catalogo SANDIT (più di 800 titoli).

ABBONARSI A FARE ELETTRONICA CONVIENE.

Abbonarsi subito conviene ancora di più.

Diverse possibilità di abbonamento:

Standard: Il tuo abbonamento personale o aziendale al costo di € 39

Regalo: Se sei già abbonato e vuoi regalare un nuovo abbonamento ad un amico, lo pagherai solo € 35 (10% di sconto) comunicando il tuo codice

Scuole: Riservato a scuole ed università; ordinando quattro abbonamenti ne riceverai uno in omaggio, pagherai quindi € 156 anzichè € 195 (20% di sconto)

Come abbonarsi:

Per Posta: scrivere a INWARE Edizioni - Via Cadorna, 27 - 20032 Cormano (MI)

Per Telefono: al numero +39 02.66504794

Per Fax: al numero +39 02.66508225

Via Internet: sul sito www.farelettronica.com alla pagina campagna abbonamenti

(è possibile pagare con bollettino postale, bonifico bancario e carta di credito, maggiori dettagli in ultima pagina)

HARDWARE PER LO SVILUPPO DI CPLD XILINX

prima parte

di Rolando Agostino
a.rolando@farelettronica.com

Questo progetto è rivolto allo studio e alla sperimentazione dei linguaggi di descrizione dell'hardware (Hardware Description Language, HDL) con particolare attenzione al linguaggio Verilog.

Come supporto fisico programmabile ho impiegato una CPLD della Xilinx Corporation, in package PLCC a 44 pin.
Questo componente presenta caratteristiche di tutto rispetto: frequenza di clock massima pari a 178 Mhz, 34 pin di I/O, 72 macrocelle con 1600 gates utilizzabili. Inoltre, il ritardo massimo da pin a pin è di 5 nanosecondi. La CPLD è realizzata in tecnologia Flash EEprom, per cui è in grado di conservare la programmazione anche in assenza di alimentazione.
Per quanto riguarda la reperibilità, la si può trovare sul catalogo RS oppure si può ordinare direttamente al sito *www.xilinx.com*. Il costo indicativo è pari a una dozzina di Euro.
Per configurare la CPLD si può utilizzare l'interfaccia JTAG presentata sul numero 224 di Fare Elettronica (Febbraio 2004). Non occorre montare il componente su zoccolo, lo si può programmare anche una volta saldato sullo stampato (secondo la modalità In-System Programming).

Il progetto è ispirato ad un principio modulare e prevede la realizzazione di un circuito-base più alcuni moduli accessori di espansione, per mezzo dei quali vengono messe in atto specifiche applicazioni esemplificative.
Così facendo, sarà possibile sperimentare differenti funzionalità: il pilotaggio di un display a 7 segmenti, la gestione di una tastiera a matrice X-Y, un display a barra di led, un convertitore digitale/analogico.
La natura modulare di questo sistema lascia aperta la possibilità di espandere le funzionalità con l'aggiunta, di volta in volta, di ulteriori moduli.
Il circuito-base, su cui è montato il componente programmabile, è corredato di un oscillatore a 1.834200 Mhz, di un buffer parallelo a 8 bit e di un'interfaccia seriale, realizzata con l'integrato MAX232 in versione SMD.
Nell' ambito dei programmabili, la scelta è caduta su una CPLD perchè questa famiglia di componenti è caratterizzata da un package di dimensioni contenute, semplice da saldare e necessita di una circuiteria di supporto molto semplificata rispetto ai più complessi dispositivi FPGA.
Per queste sue caratteristiche, la CPLD può quindi essere più facilmente gestita e impiegata in un progetto sperimentale di tipo didattico, consentendo di fare pratica dei linguaggi HDL allo stesso modo del suo "parente maggiore" FPGA.

HARDWARE

Riassumendo, gli elementi che compongono il sistema sono i seguenti.
Un circuito-base, impiegante una cpld Xilinx XC9572XL. Di questa, 8 pin di I/O vengono bufferati in modo bidirezionale e resi disponibili a connettore verso eventuali utilizzatori esterni e altri 8 pin sono riportati direttamente ad un altro connettore e verranno dedicati all'interfacciamento con una tastiera a matrice.
Inoltre, come già accennato, il circuito contiene un'interfaccia seriale, da collegarsi alla porta seriale del PC in modo da poter ricevere dei comandi operativi relativi ad una particolare applicazione. Infine, altri quattro pin sono riservati alla configurazione della CPLD, che viene effettuata per mezzo di un'opportuna interfaccia JTAG esterna. Il dispositivo CPLD è di tipo a memoria flash, e può essere programmato innumerevoli volte (dell'ordine di 10.000).
Gli altri moduli sono:

- Una interfaccia per una tastiera da 12 tasti.
- Un visualizzatore contenente 8 led.
- Un'interfaccia con display a 7 segmenti.

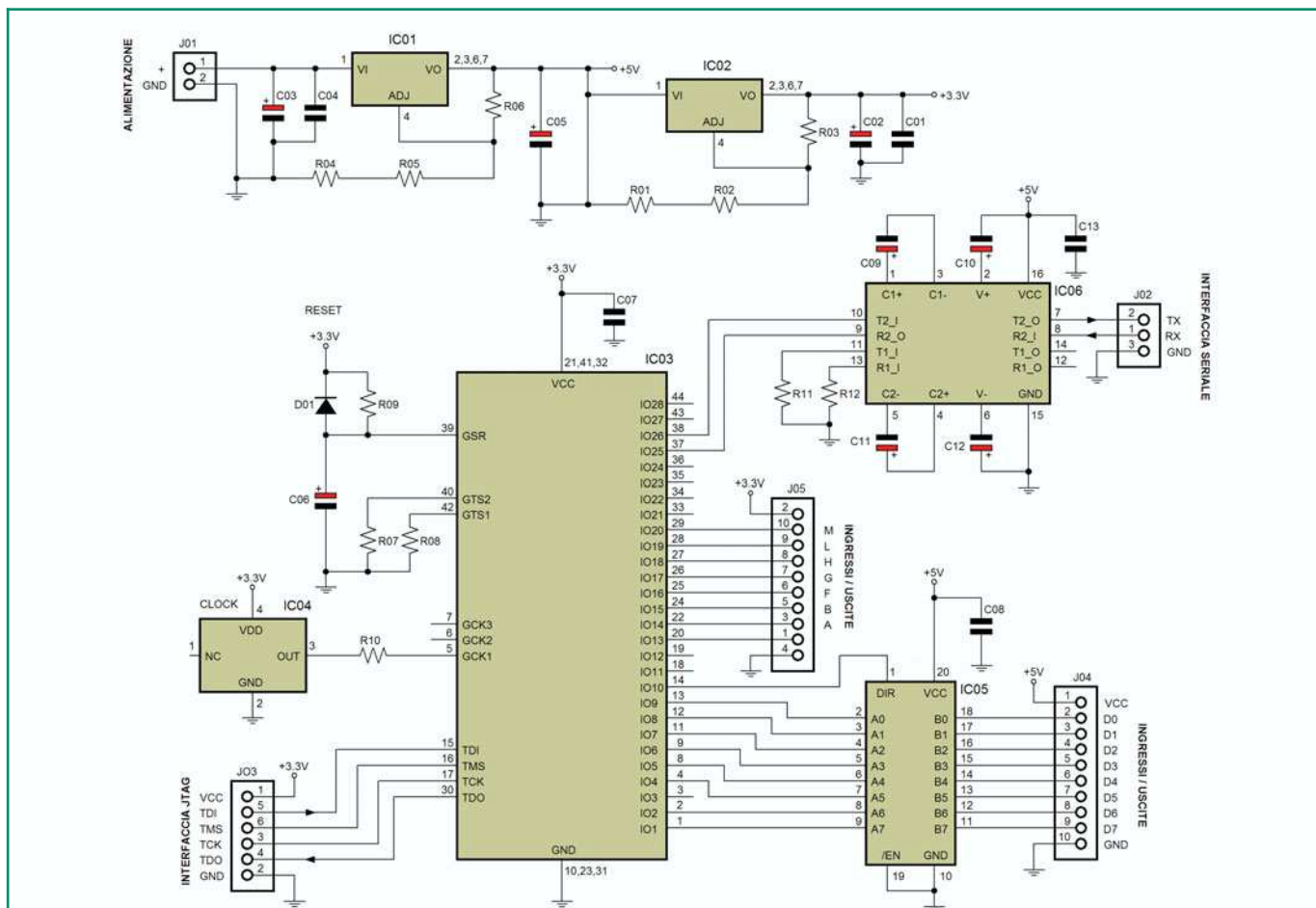



Figura 1: Schema elettrico del modulo base

- Un modulo di conversione digitale/analogica, contenente un D/A converter di tipo flash a 8 bit.

Figura 2: Circuito stampato in scala 1:1 (lato rame) del modulo base

SOFTWARE

Per lo sviluppo del firmware sono stati utilizzati il tool di sintesi *XST* (Xilinx Synthesis Technology) e il tool di simulazione *Modelsim*, facenti parte del *Xilinx ISE Webpack*, versione 4.2WP3x.
Entrambi sono scaricabili gratuitamente dal sito www.xilinx.com, previa registrazione.
Per il disegno dello schema e per la generazione del layout del circuito stampato si sono utilizzati gli applicativi SPRINT e SPLAN, il cui reader gratuito si può scaricare dal sito di Fare Elettronica.

Figura 2a: Prototipo del modulo base (lato saldature e lato componenti)

DESCRIZIONE DEI MODULI

MODULO BASE

In figura 1 viene riportato lo schema elettrico del modulo-base.
Esso è costituito essenzialmente dall'integrato IC03, cpld XC9572XL in package plcc a 44 pin, di cui un gruppo di 8 pin viene bufferato tramite l'integrato bidirezionale IC05 (74AC245) e fa capo al connettore J04.
Un altro gruppo di 8 pin viene reso disponibile al connettore J05 ed è stato inteso per il collegamento ad una tastiera numerica (come si vedrà in seguito).
Altri piedini sono dedicati rispettivamente all'interfaccia di programmazione JTAG (connettore J03) e all'interfaccia seriale (connettore J02), la quale impiega l'integrato MAX232 (IC06).
L'alimentazione al circuito (da 7 a 12 VDC) viene fornita attraverso il connettore J01.
Due regolatori di tensione LM311 in package dual-in-line smd a 8 pin (IC01 e IC02), provvedono a fornire rispettivamente le tensioni di +5V e +3,3V.
Il chip programmabile funziona con alimentazione a +3.3V e supporta anche ingressi a livello +5V.
I segnali in uscita vengono bufferati a livello TTL mediante l'integrato IC05, che viene alimentato a +5V.
Il circuito comprende inoltre un oscillatore a 1.843200 Mhz (IC04). Questa frequenza di clock è stata scelta in previsione dell'utilizzo dell'integrato MAX232, perchè adatta alla generazione di baud rate per semplice divisione intera.
L'oscillatore è collegato al piedino denominato GCK1, cioè Global Clock 1, che è uno dei tre possibili ingressi di clock che la CPLD può utilizzare.
In casi particolari, ove sia richiesto disporre di diverse sorgenti di clock, è possibile collegare contemporaneamente altri oscillatori esterni, ai

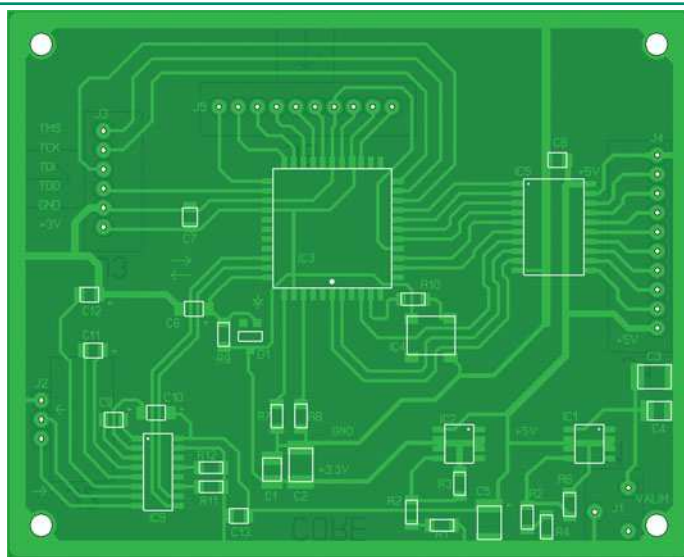



Figura 3: *Piano di montaggio lato saldature del modulo base*

Elenco componenti (*) MODULO BASE	
Sigla	**Valore**
R1, R4	330 Ω (package 0805)
R2	15 Ω (package 0805)
R3, R6	270 Ω (package 0805)
R5	470 Ω (package 0805)
R7, R8, R11, R12	10K Ω (package 0805)
R9	4K7 Ω (package 0805)
R10	100 Ω (package 0805)
C1, C4, C7, C8, C13	0,1 μF 50 V ceramico
C2	39 μF 20 V tantalio
C3, C5	2,2 μF 20 V tantalio
C6, C9÷C12	1 μF 20 V tantalio
D01	BAV99 (package SOT-23)
IC1, IC2	LM117H (package SO8)
IC3	CPLD XC9572XL-10PC44I (package 44 PIN PLCC)
IC4	Oscillatore SUNNY Frequenza 1.8432MHz (SMD)
IC5	74AC245 (package SO20)
IC6	MAX232 (package SO16)
J1	Connettore "plug" da circuito stampato
J2	Connettore lineare passo 2,54 3 pin maschio
J3	Connettore lineare passo 2,54 6 pin maschio
J4, J5	Connettore lineare passo 2,54 10 pin maschio

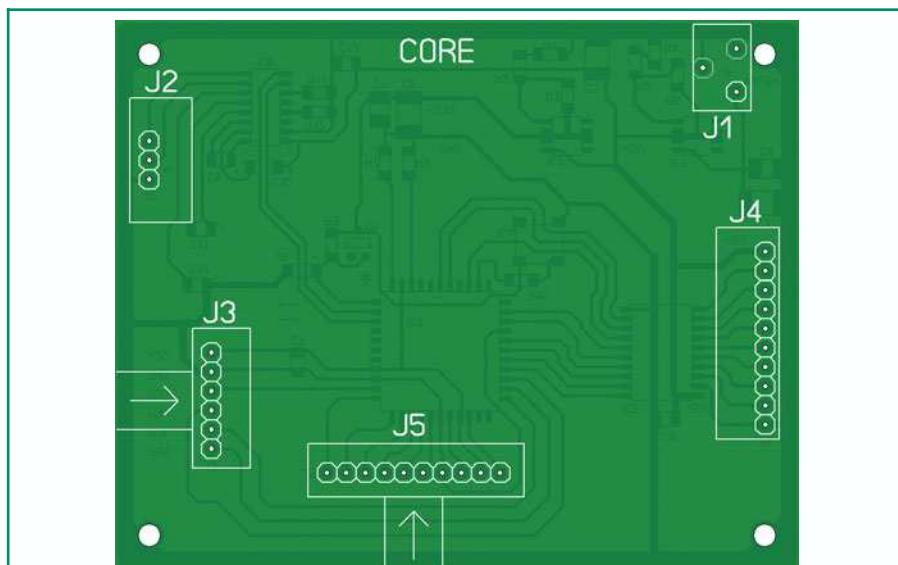



Figura 4: *Piano di montaggio lato componenti del modulo base*

rispettivi ingressi di Global Clock del dispositivo.
Il reset di IC03 viene dato all'accensione tramite il piedino GSR (Global Reset), a cui è stata collegata una rete RC, composta da R09 e C06. Il diodo D01 ha la funzione di scaricare rapidamente il condensatore C06 allo spegnimento.

Nella figura 2 viene presentato il master del circuito stampato, lato saldature, della piastrina. Su questo lato vengono montati tutti i componenti a montaggio superficiale. Gli unici componenti non SMD, da montare sull'altro lato, sono rappresentati dai vari connettori a strisce lineari e dal connettore di alimentazione J01. Per la disposizione dei componenti, vedere le figure 3 e 4.
La difficoltà maggiore è rappresentata dalla saldatura di IC03. Necessita di una particolare attenzione e di un saldatore a punta molto fine.
Si potrà notare che le piste di segnale sono piuttosto spesse. Questa è stata una necessità dettatami dal fatto di utilizzare il metodo a "trasferimento di toner" mediante ferro da stiro, anziché la tradizionale fotoincisione.
Il risultato è stato comunque apprezzabile e mi ha consentito di risparmiare sui tempi e sui costi delle attrezzature.

MODULO A BARRA DI LED

Un semplice dispositivo di visualizzazione è costituito da una piastrina con otto led, che andranno collegati ciascuno a un bit del bus dati, da D0 a D7, del nostro modulo-base.
Esso, pur nella sua semplicità, è un buon inizio per testare alcuni brevi programmi in linguaggio Verilog, come ad esempio un contatore binario, un registro a scorrimento, eccetera.
In serie ad ogni led è stata posta una resistenza da 390 Ω per limitare la corrente di alimentazione per led a circa 10 mA.
Il relativo schema elettrico e layout del circuito stampato sono riportati nelle seguenti figure 6 e 7. Nelle successive figure 8 e 9 viene raffigurato il piano di montaggio, rispettivamente dal lato saldature e dal lato componenti.

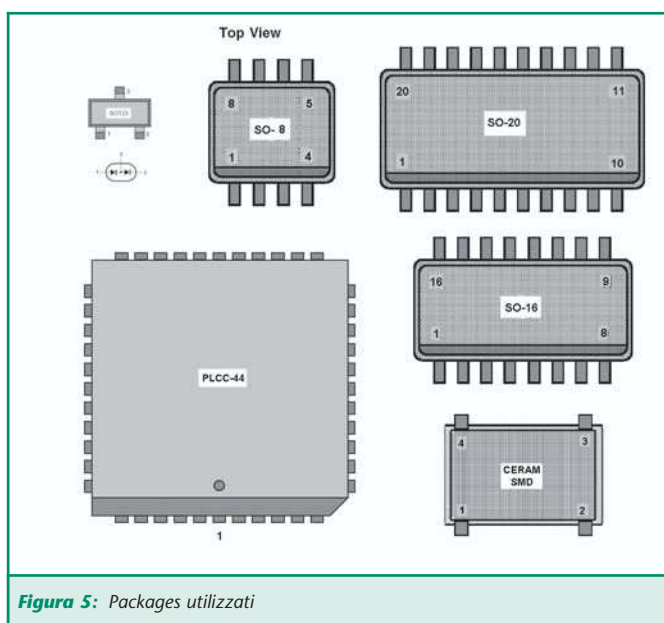



Figura 5: *Packages utilizzati*

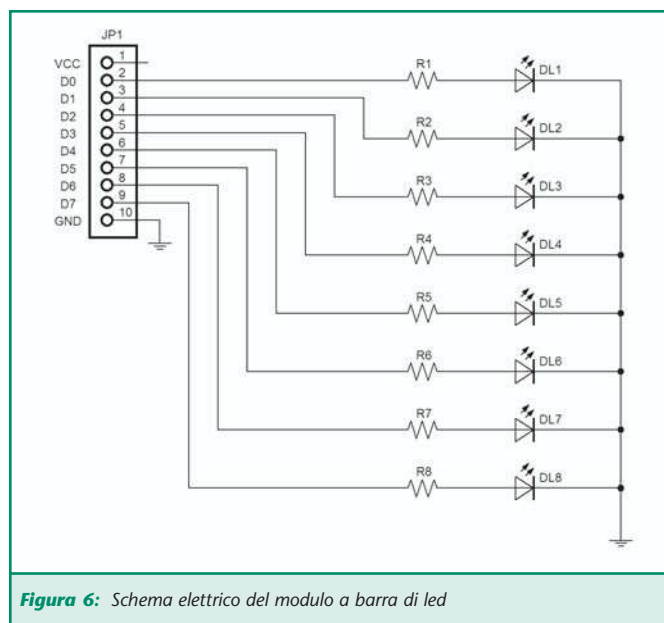



Figura 6: *Schema elettrico del modulo a barra di led*

Un connettore lineare a striscia da stampato a 10 pin permette di collegare la piastrina al connettore di uscita (J04) del modulo-base.

Abbiamo ora tutti gli ingredienti necessari per sperimentare un primo esempio applicativo in linguaggio Verilog.

Occorre dunque collegare il modulo-base con il display a barra di led e con l'interfaccia JTAG presentata nel numero di Febbraio 2004 di Fare elettronica.

Di seguito riportiamo alcuni esempi applicativi facenti uso dei moduli hardware già presentati.

Figura 7: *Circuito stampato in scala 1:1 (lato saldature) del modulo a barra di led*

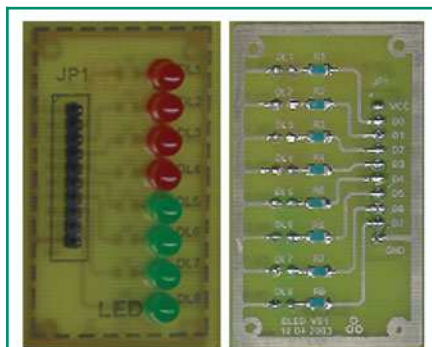
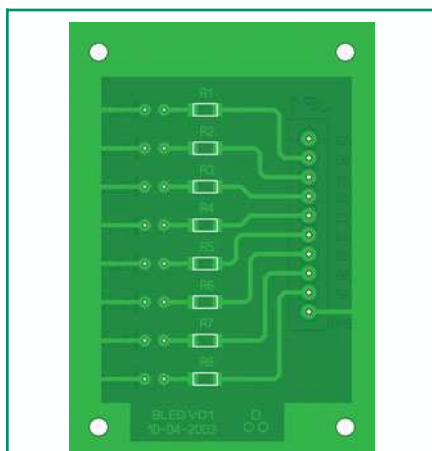



Figura 7a: *Prototipo del modulo led (lato saldature e lato componenti)*

Figura 8: *Piano di montaggio lato saldature del modulo a barra di led*

ESEMPIO 1: CONTATORE BINARIO

Questo esempio realizza un contatore binario a 8 bit. Il contatore riceve in ingresso il clock di conteggio a 1 Hz, ottenuto per divisione a partire dal clock di sistema a 1.834.200 Hz, fornito dall'oscillatore IC04 presente sul circuito-base.

Per visualizzare il conteggio, le uscite del contatore vengono direttamente riportate sugli otto led della piastrina a barra di led.

Elenco componenti BARRA DI LED	
Sigla	**Valore**
R1÷R8	390 Ω
DL1÷DL4	Diodo led rosso
DL5÷DL8	Diodo led verde
JP1	Connettore lineare a striscia, 10 pin, M

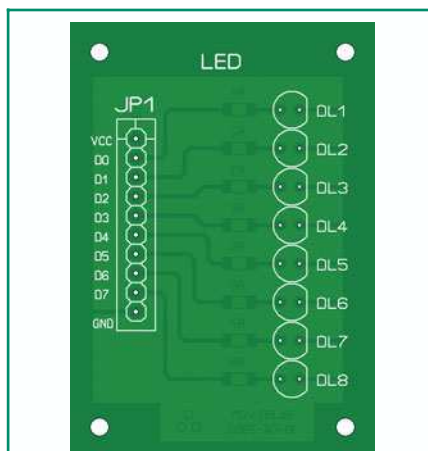



Figura 9: *Piano di montaggio lato componenti del modulo a barra di led*

Il modulo Verilog corrispondente è disponibile nel seguito. Nella figura 10 riportiamo il nucleo del codice che realizza il contatore. Per chiarezza, abbiamo estrapolato solo la parte che riguarda il conteggio. Sono anche evidenziati i pin della CPLD che vengono coinvolti in questa funzionalità.

Come possiamo vedere, il contatore, definito "conta8", viene resettato all'accensione (ossia quando il segnale di reset "res" va a livello LOW) e poi incrementato ogni qualvolta si presenta un fronte di salita del clock di conteggio "clk_conta". Abbiamo scelto volutamente una cadenza lenta per poter apprezzare visivamente il funzionamento della procedura. Naturalmente, nulla vieta di accelerare il processo di conteggio. Per fare questo è sufficiente modificare opportunamente l'assegnazione assign *clk_conta = clk1Hz*. Se, ad esempio scrivessimo *assign clk_conta = clk8Hz*, avremmo un contatore otto volte più veloce.

Infine, i bit del contatore vengono trasferiti sulle uscite I01÷I09 per mezzo dell'unica istruzione:

```
assign
{LED7,LED6,LED5,LED4,LED3,
LED2,LED1,LED0} = conta8;
```

Il sistema di sviluppo ISE Webpack prevede che il pinout della CPLD venga specificato tramite un file con estensione .UCF (User Constraint File), per mezzo dell'istruzione NET LOCK, che fissa il

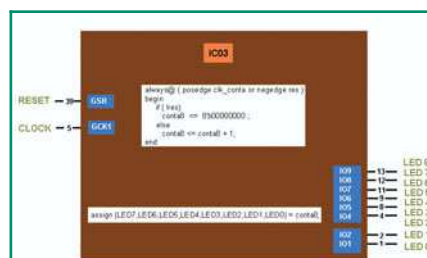



Figura 10: *Codice Verilog del contatore*

segnale al pin desiderato. Il contenuto di questo file viene riportato dopo il codice sorgente.
Nella figura 11 vengono evidenziati i collegamenti tra i moduli utilizzati.

Riportiamo in fondo all'articolo il codice sorgente completo del contatore binario, insieme al file di constraint, che contiene l'assegnazione del pin-out del dispositivo.

PROCEDIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE

Per trasferire il nostro codice firmware entro il modulo-base, dovremo innanzi tutto fare riferimento alla descrizione dell'ambiente di progetto descritta nell'articolo "Software per logiche programmabili Xilinx" presentato nel numero di Maggio 2004 di Fare Elettronica.
Richiamiamo in figura 12 la schermata principale, in cui supponiamo già di aver completato le fasi di sintesi e di implementazione.

Dovremo ora eseguire le due fasi finali, denominate Generate JTAG File e Configure Device.
La prima serve a generare il file ''oggetto'' in formato JEDEC, mentre la seconda fase effettua il trasferimento del codice verso il dispositivo CPLD target.
La fase di configurazione si effettua attraverso alcuni step, di cui presentiamo le schermate nelle figure dalla 13 alla 20.
Al termine del trasferimento, si

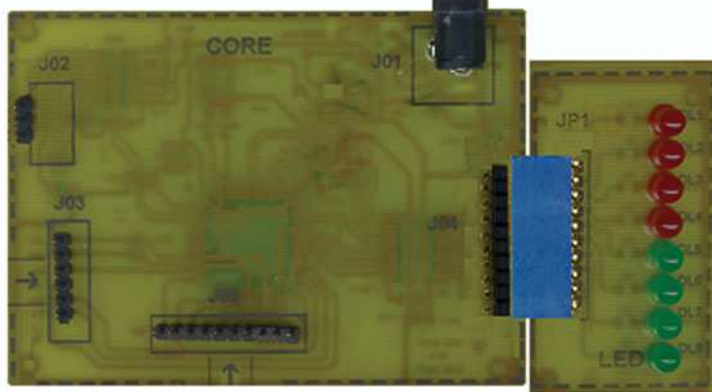



Figura 11: *Collegamento tra moduli*

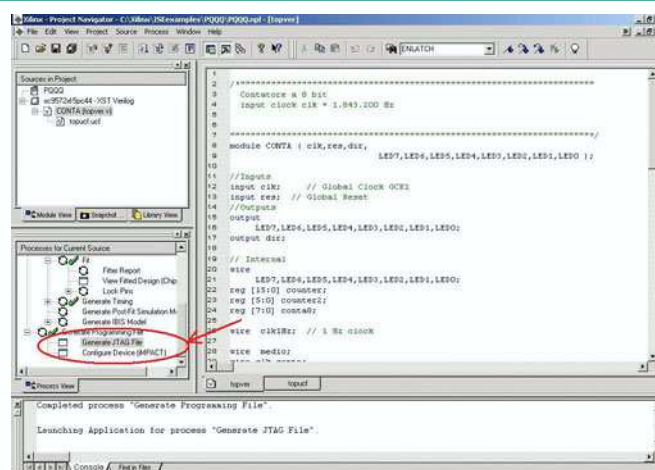



Figura 12: *Schermata di ISE Webpack*

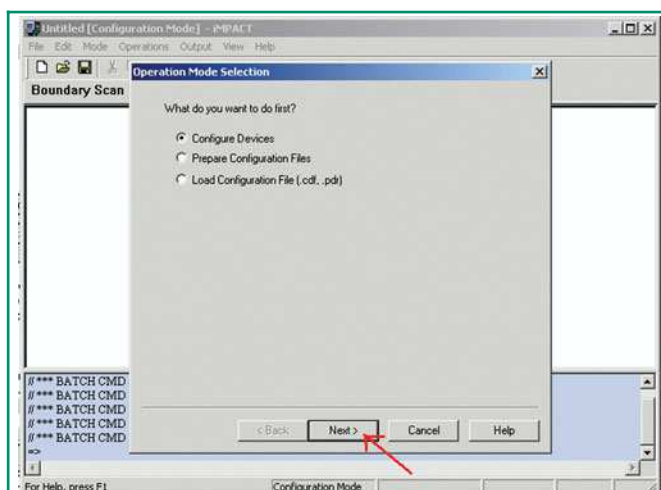



Figura 13: *Inizio della configurazione*

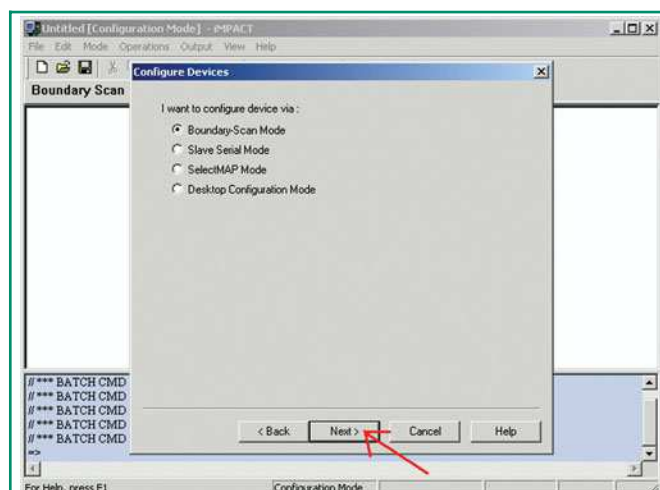



Figura 14: *Scelta della modalità di tipo Boundary Scan*

dovrà presentare la scritta "PROGRAMMING SUCCEEDED" (figura 21). A questo punto, la procedura sarà pienamente operativa, fin da subito, e potremo vedere i led accendersi secondo la modalità di conteggio.

ESEMPIO 2: REGISTRO A SCORRIMENTO

Questo esempio realizza uno shift regi-

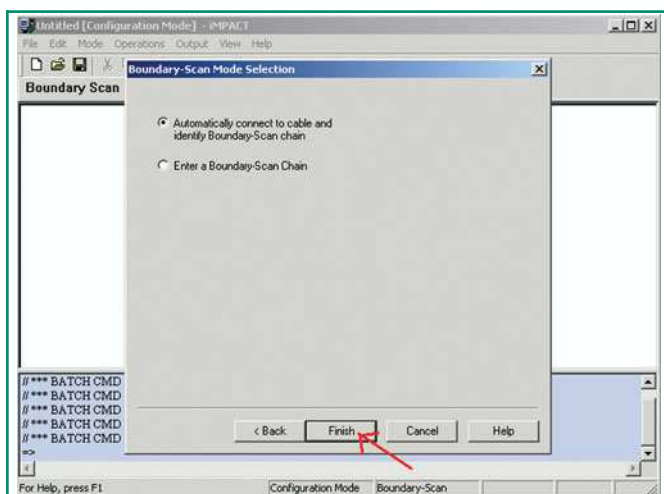



Figura 15: *Scelta della connessione automatica al cavo JTAG*

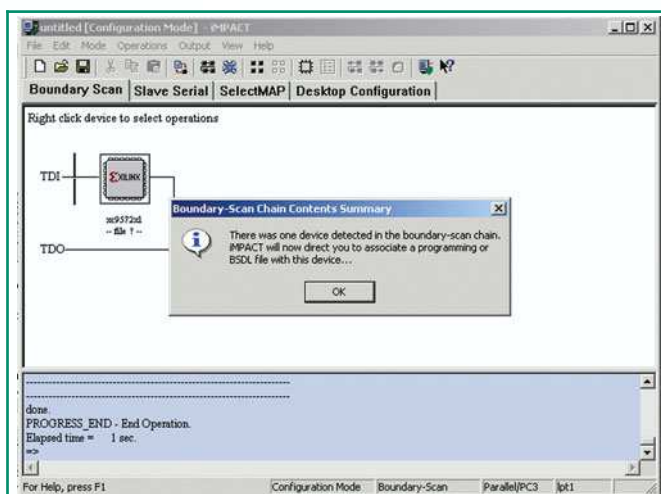



Figura 16: *Rilevazione automatica del dispositivo*

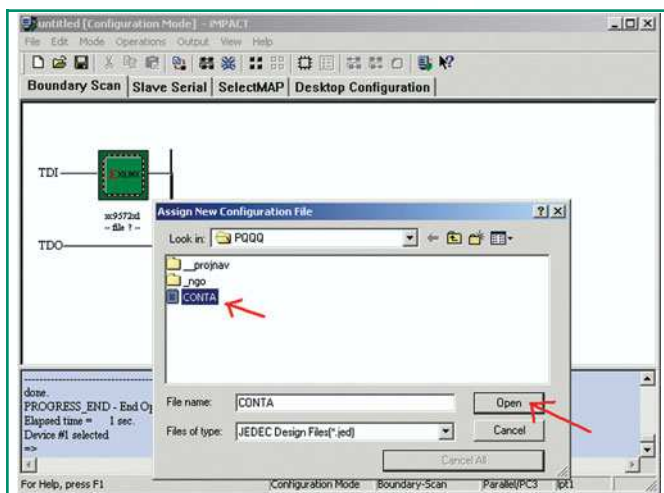



Figura 17: *Indicazione del codice da trasferire*

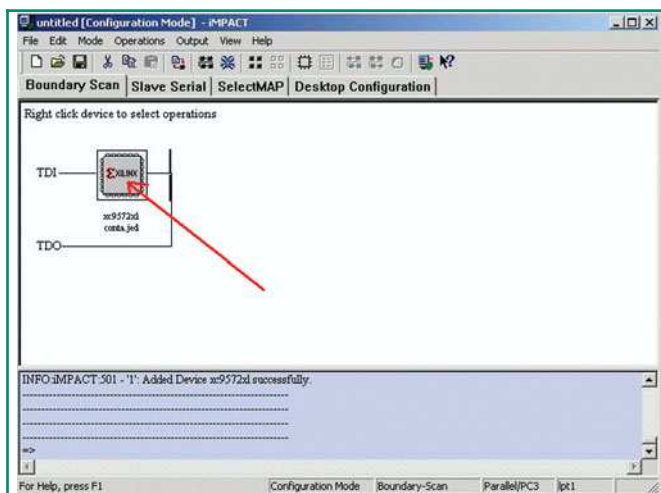



Figura 18: *Associazione tra il codice e la CPLD target*

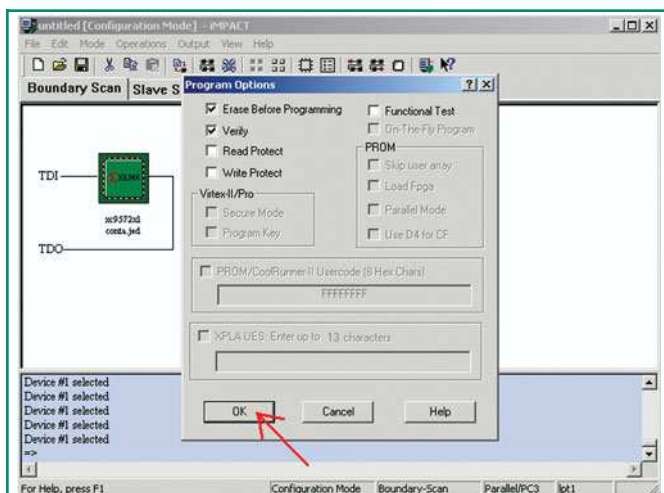



Figura 19: *Inizio della fase di programmazione*

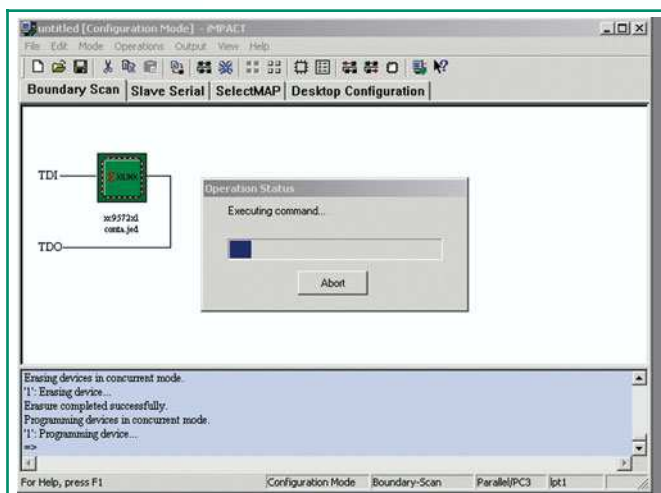



Figura 20: *Trasferimento in corso...*

ster a 8 bit, di cui un solo bit alla volta viene posto a valore High. Il codice Verilog sorgente è riportato di seguito. La figura 22 evidenzia la parte che realizza lo shift. Con l'istruzione:

```
shifta8<=shifta8<<1|RIP
```

viene indicato lo shift del bit meno significativo verso il più significativo, con riporto.

Anche in questo caso, il clock che aziona la "macchina" è il medesimo dell'esempio precedente. Nelle prossime puntate analizzeremo gli altri moduli accessori con i relativi esempi applicativi.

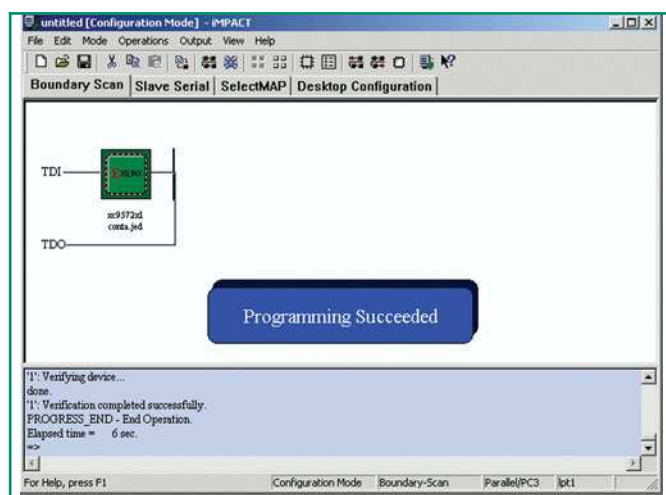



Figura 21: *Fase di trasferimento conclusa correttamente*

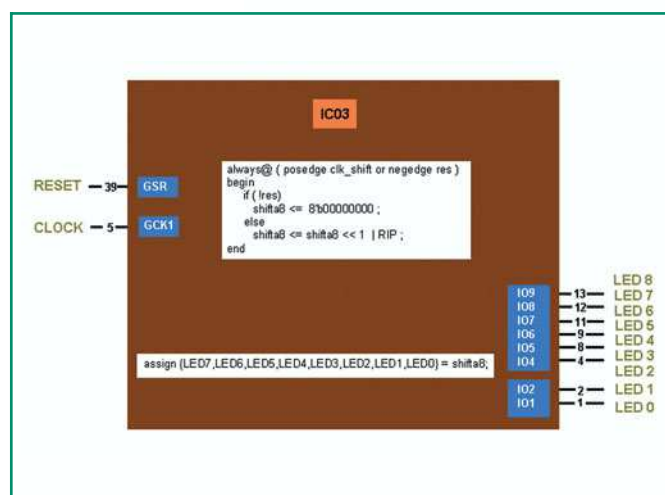



Figura 22: *Codice Verilog dello shift-register*

CODICE SORGENTE CONTATORE BINARIO

```
/*""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
  Contatore a 8 bit
  input clock clk = 1.843.200 Hz
""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""*/
module CONTA (clk,res,dir,LED7,LED6,LED5,LED4,LED3,LED2,LED1,LED0);

//Inputs
input clk;  // Global Clock GCK1
input res;  // Global Reset
//Outputs
output LED7,LED6,LED5,LED4,LED3,LED2,LED1,LED0;
output dir;
// Internal
wire LED7,LED6,LED5,LED4,LED3,LED2,LED1,LED0;
reg [15:0] counter;
reg [5:0] counter2;
reg [7:0] conta8;
wire  clk1Hz;    // 1 Hz clock
wire  clk8Hz;    // 8 Hz clock
wire  medio;
wire  clk_conta;

//////////////////////////////////////////
// implementazione
//////////////////////////////////////////
// direzione buffer di uscita
assign dir = 1'b1;

// generazione clock di conteggio a 1 Hz
// Clock Prescaler
always @ (  posedge clk or negedge res )
begin
 if (!res)
    counter <= 16'b0000000000000000;
 else
    counter <= counter + 1;
end

assign medio = counter[15] | counter[14]| counter[13]| counter[12]| counter[11]| counter[10];

// Ulteriore divisore di clock
always @ (  posedge medio or negedge res )
begin
  if (!res)
    counter2 <= 6'b000000;
  else
    counter2 <= counter2 + 1;
end

// Clock a 1 Hz 50% duty cycle
  assign clk1Hz = counter2[4];
  assign clk8Hz = counter2[2];

// Clock di conteggio
assign clk_conta = clk1Hz;

// Contatore
always@ ( posedge clk_conta or negedge res )
begin
```

```
  if ( !res)
    conta8  <=  8'b00000000 ;
  else
    conta8 <= conta8 + 1;
end

// Uscita
assign {LED7,LED6,LED5,LED4,LED3,LED2,LED1,LED0} = conta8;

endmodule
```

FILE DI CONSTRAINTS

```
// UCF file for CONTA in XC9572XL

// Inputs
net clk LOC="5";     // GCK1 on XC9572XL CPLD
net res LOC="39";    // Global Reset on XC9572XL CPLD
// Outputs
net  dir LOC="14";
net LED7 LOC="13";
net LED6 LOC="12";
net LED5 LOC="11";
net LED4 LOC="9";
net LED3 LOC="8";
net LED2 LOC="4";
net LED1 LOC="2";
net LED0 LOC="1";
```

CODICE SORGENTE REGISTRO A SCORRIMENTO

```
/*""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""
  Shift register a 8 bit
  input clock clk = 1.843.200 Hz
""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""""*/

module SHIFTA (clk,res,dir,LED7,LED6,LED5,LED4,LED3,LED2,LED1,LED0);

//Inputs
input clk;  // Global Clock GCK1
input res;  // Global Reset

//Outputs
output LED7,LED6,LED5,LED4,LED3,LED2,LED1,LED0;
output dir;

// Internal
wire LED7,LED6,LED5,LED4,LED3,LED2,LED1,LED0;
reg [15:0] counter;
reg [5:0] counter2;
reg [7:0] shifta8;

wire RIP;   // riporto dal bit più significativo
wire clk_shift;
wire  clk1Hz;  // 1 Hz clock
wire  medio;

//////////////////////////////////////////
// implementazione
//////////////////////////////////////////
// direzione buffer di uscita
assign dir = 1'b1;
```

```
// generazione clock di conteggio a 1 Hz

// Clock Prescaler
always @ (  posedge clk or negedge res )
begin
  if (!res)
    counter <= 16'b0000000000000000;
  else
    counter <= counter + 1;
end

assign medio = counter[15] | counter[14]| counter[13]| counter[12]| counter[11]| counter[10];

// Ulteriore divisore di clock
always @ (posedge medio or negedge res)
begin
  if (!res)
    counter2 <= 6'b000000;
  else
    counter2 <= counter2 + 1;
end

// Clock a 1 Hz 50% duty cycle
  assign clk1Hz = counter2[4];

// Riporto = NOR di tutte le uscite dello shift reg.
assign RIP = ~( |shifta8);
assign clk_shift = clk1Hz;

always@ ( posedge clk_shift or negedge res )
begin
  if ( !res)
    shifta8 <=  8'b00000000 ;
  else
    shifta8 <= shifta8 << 1|RIP; //un solo bit alla volta va high
end

// Uscita
assign {LED7,LED6,LED5,LED4,LED3,LED2,LED1,LED0} = shifta8;

endmodule
```

FILE DI CONSTRAINTS

```
// UCF file for SHIFTA in XC9572XL

// Inputs
net clk LOC="5";     // GCK1 on XC9572XL CPLD
net res LOC="39";    // Global Reset on XC9572XL CPLD
// Outputs
net  dir LOC="14";
net LED7 LOC="13";
net LED6 LOC="12";
net LED5 LOC="11";
net LED4 LOC="9";
net LED3 LOC="8";
net LED2 LOC="4";
net LED1 LOC="2";
net LED0 LOC="1";
```

12-13 giugno 2004

FIERA DI CAGLIARI

orario per il pubblico:

09.00 - 20.00

MOSTRA MERCATO DI

RADIANTISMO
ELETTRONICA
COMPUTER
TELEFONIA
TV-SAT
RADIO D'EPOCA
EDITORIA
HOBBISTICA

Buono valido per una riduzione, biglietto ridotto euro 3,00

informazioni 337-676719 e-mail info@compendiofiere.it

ASCOLTIAMO I FILES MP3 CON LA NOSTRA VECCHIA AUTORADIO STEREO

di Gabriele Guerrini
gaguerri@vodafone.it

Quanti lettori di musicassette portatili abbiamo nelle nostre case? Io, per esempio, no ho censiti quattro, di cui due completamente fuori uso. Ecco un'idea per riutilizzare questi vecchi oggetti, oramai obsoleti ed abbandonati nelle cantine o in fondo ai cassetti delle nostre case in abbinamento alle nuove tecnologie che sempre più modificano nelle piccole cose quotidiane la nostra vita, come ad esempio ascoltare le nostre musiche preferite in macchina.

Fino a qualche tempo fa il sistema musicale familiare ruotava attorno al piatto su cui si ascoltavano i vecchi LP o, più recentemente, al lettore CD dell'impianto musicale casalingo, collegato allo stereo e alla doppia piastra di registrazione. Pochi fortunati audiofili potevano contare sul mixer con cui si producevano le varie compilation da ascoltare in macchina o, per l'appunto, con i nostri walkman.
Ora lo scenario è notevolmente cambiato; la musica è ancora distribuita con i CD audio, però già si utilizzano sistemi alternativi di distribuzione, utilizzando soprattutto Internet, che consentono di acquistare la musica preferita senza neppure spostarsi di casa. In effetti questo ha qualche vantaggio; ad esempio lo

spazio necessario ad archiviare i nostri dischi. Io ho una piccola collezioni di CD, una ottantina al massimo, ma ciononostante ho un metro e mezzo di scaffale impegnato. Anche le mie ormai antiche cassette con titoli veramente improbabili (il rovescio della medaglia, chi li ricorda ancora?), guardati con occhi sempre più ostili da mia figlia, occupano il loro considerevole volume.
Da qualche tempo ho adottato la soluzione di passare i miei "dischi" preferiti in MP3 o in WMA sul PC portatile, da ascoltare in albergo quando viaggio per lavoro; onestamente non ho sentito un degrado acustico apprezzabi-

le rispetto all'ascolto in cuffia con lo stereo di casa, per cui ritengo sarà effettivamente il media preferito dei nostri figli.
Più per curiosità che per altro ho acquistato recentemente un lettore MP3, di quelli con il CD per intendersi, ed ho scoperto con soddisfazione che lo stesso supporto, un CD registrabile ISO 9660, contiene più o meno 160÷200 canzoni, l'equivalente di 10 o 15 CD tradizionali. Utilizzando questa tecnologia e delle batterie ricaricabili di capacità adeguata, con un CD si può ascoltare circa dieci ore di musica con un oggetto che sta comodamente in tasca.
Il lettore MP3 in mio possesso ha sia una uscita cuffia che una uscita Line, cosa che ne consente la connessione con tutti i normali sistemi audio che popolano le nostre case; incidentalmente quasi tutti i lettori DVD leggono alcuni tipi di files audio compressi senza dovere utilizzare il lettore portatile. L'ultimo problema rimasto è quindi ascoltare la nostra musica codificata in MP3 sulla nostra vecchia autoradio.

COLLEGHIAMO IL LETTORE MP3 ALL'AUTORADIO

L'idea

Le nuove autoradio, specialmente quelle un più costose, nascono già predisposte per la connessione di lettori CD e ci sono in commercio dei veri gioielli di elettronica che possono fare qualsiasi cosa. Se noi possediamo uno di questi mostri non abbiamo nessun problema: colleghiamo l'uscita Line del nostro lettore all'ingresso CD dell'autoradio ed il gioco è fatto.
Questo non è il mio caso. Quando quasi trenta anni fa percepii il mio primo salario, mia madre me lo lasciò tutto; io comprai allora una meravigliosa Autovox tutta lucente e la montai sulla mia usatissima 850 Fiat. Durò due settimane, poi una sera, all'uscita dal cinema, trovai la macchina scassata e la radio sparita. Da allora ho sempre montato autoradio con una buona resa acustica ma assolutamente senza fronzoli.
Per ascoltare il lettore MP3 in autoradio mi serviva quindi una interfaccia che accoppiasse l'uscita del lettore CD all'ingresso del lettore di musicassette della mia autoradio; in altre parole dobbiamo simulare una musicassetta con il lettore MP3.

L'interfaccia

Ciò che dobbiamo fare è semplicemente accoppiare magneticamente una bobina collegata all'uscita cuffia del nostro lettore MP3 con la bobina magnetica a bordo del lettore di musicassette della nostra vettura utilizzando una falsa musicassetta.

Costruzione e taratura

Mi sono procurato una vecchia musicassetta, di quelle unite con le viti, l'ho smontata e ho eliminato tutte le parti interne, (bobine, nastro e laterali antifrizione).
Utilizzando una pinza ho liberato tutta la parte centrale della cassetta dai meati utilizzati per proteggere dalla polvere il nastro ed ho chiuso con il saldatore il foro della vite centrale che avrebbe interferito con la testina magnetica. Sempre con il saldatore ho ricavato lungo il lato corto del semiguscio della musicassetta che ha i fori per le viti, un passaggio che servirà per far passare il cavo schermato successivamente. Io ho scelto il lato corto perché le mie autoradio accettano il nastro rivolto a destra; se la vostra accetta il nastro rivolto in avanti è opportuno che facciate uscire il cavo dalla parte posteriore. Ho smontato quindi la testina magnetica da uno dei walkman non funzionanti, l'ho collegata ad uno spezzone di cavo di 40 centimetri ed attrezzato all'altra estremità con lo spinotto adeguato al mio lettore MP3. Si deve posizionare il semiguscio della cassetta,quello su cui vengono avvitate le viti, preparato in precedenza in un walkman funzionante, collegarlo al lettore MP3 sulla presa cuffia ed azionarlo in lettura regolando il volume a circa un terzo della potenza. Si aziona il walkman in lettura e si posiziona la testina collegata

Figura 1: *La musicassetta falsa a costruzione ultimata*

all'MP3 vicino a quella del walkman. Ricordiamoci che i magnetini della testina sono posizionati nella parte inferiore rispetto alla mezzaria della cassetta. Noteremo che avvicinandola in fase otteniamo un più che soddisfacente ascolto nella cuffia del walkman di ciò che sta riproducendo il lettore MP3.
Fisseremo quindi utilizzando la colla rapida termica con una prima goccia la testina al guscio della cassetta ed attenderemo che questa si solidifichi.
Io sconsiglio di posizionare la testina esattamente al centro della musicassetta, con i magneti esattamente corrispondenti, perché corriamo il rischio di interferire meccanicamente con la testina dell'autoradio con cui ascolteremo la falsa cassetta, che tra l'altro non conosciamo ne come caratteristiche generali ne come ingombri meccanici; inoltre il campo magnetico generato può mandare agevolmente in saturazione lo stadio preamplificatore dell'autoradio già solo con il rumore rosa generato dal lettore MP3.
Accoppiando le due testine utilizzando la parte periferica del campo magnetico generato possiamo bilanciare agendo sui vari volumi finché non otteniamo la qualità di ascolto migliore. Una volta solidificata la prima goccia di colla tenteremo di regolare l'azimut della nostra testina collegata all'MP3 finché otterremo la migliore separazione fra il canale destro e quello sinistro; procederemo quindi a porre una seconda goccia di colla e attenderemo che si solidifichi. A questo punto non resta altro da fare che fissare bene, sempre con la colla termica, il cavo all'interno della musicassetta in modo che non interferisca con i meccanismi di trascinamento del nastro, chiudere con le sue viti i due gusci della musicassetta e provare sull'autoradio come funziona il nostro lettore MP3.

ALCUNE CONSIDERAZIONI FINALI

Devo fare alcune considerazioni finali, prima che vi decidiate a tentare questa costruzione.
Alcune autoradio con meccanismi altamente sofisticati di trascinamento del nastro potrebbero non accettare la nostra falsa cassetta, ad esempio, quelle che hanno la funzione "music search" o quelle che hanno il controllo ottico della fine del nastro il quale viene azionato dalla banda trasparente alla fine del nastro stesso, in questo caso sarà necessario inserire uno schermo opaco costruito con cartoncino nero in modo da frapporsi fra la sorgente luminosa ed il sensore, però attenzione a non interferire con il capstain.
Un altro tipo di autoradio che può avere difficoltà è quello che ha un encoder montato solidale con una delle due pulegge di trascinamento del nastro. Se il circuito di controllo non riceve il giusto numero di impulsi da questo encoder, suppone che il nastro o è inceppato o è rotto e disabilita il lettore di cassette.
Normalmente comunque queste

Figura 2: *Montaggio della testina magnetica*

autoradio sono di una fascia alta rispetto ed hanno un ingresso apposito per collegare l'uscita aux del lettore.
Se la vostra autoradio ha l'autoreverse e resta muta nonostante I vostri tentativi, prima di tirarmi qualche accidente provate ad invertire il senso di rotazione del nastro.
Una volta costruita questa interfaccia potete ascoltare dall'autoradio qualsiasi cosa abbia una uscita per cuffia: telefonini, televisori, ricevitori speciali, eccetera.

Buon ascolto!

LE TESTINE MAGNETICHE DEI REGISTRATORI AUDIO

La testina magnetica che utilizzano tutti i lettori di musicassette è un di quei componenti che hanno un comportamento bidirezionale. Se noi variamo il campo magnetico all'estremità della bobina, ad esempio facendo scorrere un nastro premagnetizzato sulla sua superficie, generiamo una corrente alternata alle sue estremità, estremamente debole ma sufficiente, se adeguatamente amplificata, a trasferire il segnale magnetico ai nostri diffusori acustici.
Quando invece noi azioniamo il tasto di registrazione del nostro registratore a cassette, in realtà invertiamo il flusso di amplificazione: il segnale audio che abbiamo in ingresso viene adeguatamente amplificato ed inviato alla stessa testina magnetica che genera un campo magnetico, per semplificare proporzionale alla corrente che attraversa la bobina. Se quindi facciamo scorrere il nastro magnetico, questo viene adeguatamente magnetizzato.
In realtà le bobine magnetiche utilizzate in registrazione sono due: una prima che provvede a "cancellare" ciò che era precedentemente memorizzato e prepara una base"portante" magnetica che verrà modulata dalla nostra bobina, la seconda. Per il nostro scopo, comunque, la prima non è importante, utilizzeremo solo la seconda che recupereremo da qualche vecchio dispositivo magnetico.

PROGETTIAMO UN RAZZO

ottava parte

CELLA DI CARICO AUTOCOSTRUITA

di Eugenio Cosolo e Stefano Innocenti in collaborazione con Fabrizio Patanè

info@missilistica.it

Come sicuramente sanno quelli che seguono regolarmente questa serie di articoli, la nostra filosofia tende a ideare e costruire personalmente tutto quello che è in qualche modo realizzabile, evitando nei limiti del possibile l'acquisto di componenti industriali già pronti. Questo significa non solo un risparmio economico ma soprattutto ci dà l'occasione per capire come funziona un determinato strumento, oltre alla soddisfazione di realizzare qualcosa con le proprie mani.
In questa puntata parleremo di un componente molto particolare, impiegato in molte applicazioni industriali e civili, anche se in realtà poco "visibile" e dalla tecnologia poco conosciuta.
Si tratta di una CELLA DI CARICO, un trasduttore in grado di trasformare una forza meccanica in un segnale elettrico misurabile e registrabile, in altre parole... una "bilancia elettronica".
Se vi state chiedendo cosa c'entrano le bilance con la missilistica possiamo anticipare che questo dispositivo sarà il componente principale di un banco di prova per i test dei motori a razzo che sarà pubblicato prossimamente su queste pagine. Se invece la missilistica non vi interessa, questa potrebbe essere l'occasione per approfondire la vostra conoscenza sulla tecnologia delle celle di carico e degli estensimetri, nonchè avere la possibilità di realizzare un trasduttore di forza molto versatile.
Nell'articolo relativo al DATALOGGER (Fare Elettronica 226) si era accennato a questo trasduttore, ora vedremo di cosa si tratta e come possiamo costruircene uno da soli.

LA CELLA DI CARICO

Il principio di funzionamento è molto semplice, si tratta di sfruttare l'elasticità di un blocco metallico opportunamente sagomato che sottoposto a pressione o trazione si deforma lievemente. Per quanto piccola, la deformazione è rilevata da speciali sensori chiamati ESTENSIMETRI.
Vale la pena di spendere qualche parola per questo genere di componente in quanto pur essendo molto diffuso per le applicazioni industriali, è altrettanto poco conosciuto a livello hobbystico.
Ma prima vediamo quali sono i principi meccanici di base facendo riferimento alla figura 1.

Nel disegno è rappresentata una barretta metallica con un lato incastrato ad un supporto mentre sull'altro grava un peso che la fa flet-

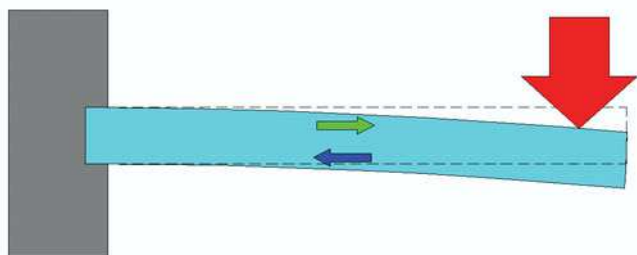



Figura 1: *Schema di flessione di una barra*

Figura 2: *Forze applicate alla cella di carico*

tere (freccia rossa).
Si può notare che la flessione genera una trazione sulla superficie superiore della barra, rappresentata dalla freccia verde, mentre su quella inferiore esiste una compressione, rappresentata dalla freccia blu.
Questo principio può essere sfruttato per misurare la forza flettente ed è la base delle celle di carico industriali, come quella illustrata in figura 2.

Anche se la struttura è più complessa, il principio è lo stesso della barretta della figura precedente, solo che i punti di flessione sono in questo caso QUATTRO, marcati dal puntino rosso.
Questo tipo di cella si chiama "cella a S" e consiste in due mensole a "L" (tratteggiate in blu) vincolate da due aste orizzontali (tratteggiate in rosso).
Sottoponendo la cella ad una pressione possiamo notare che essendo la struttura rigida, gli unici punti che possono flettersi sono quelli appositamente predisposti, essendo di spessore più sottile.
In corrispondenza di queste "cerniere" sono fissati gli estensimetri, rappresentati dalle strisce verdi e blu.

Agendo sul diametro dei fori circolari e perciò dello spessore delle "cerniere" possiamo tarare la cella per diverse portate. Più grandi sono i fori e perciò più sottili sono i punti di flessione, minore sarà la portata della cella, ma in compenso aumenteranno la sensibilità e la precisione.
La cella da noi proposta avrà una portata nominale di 25 kg, sufficiente per il nostro utilizzo, nel

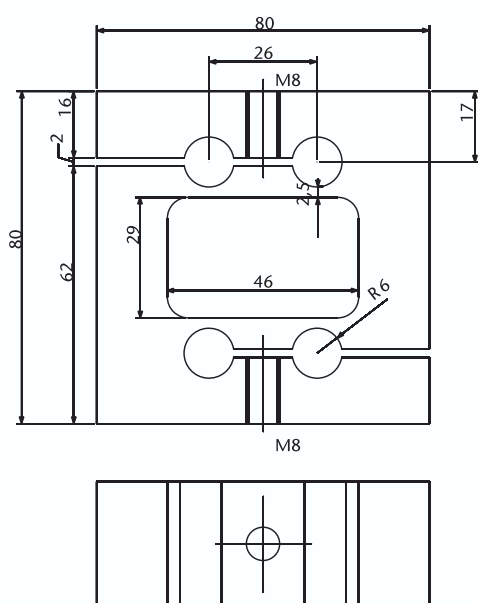



Figura 3: *Disegno quotato della cella di carico*

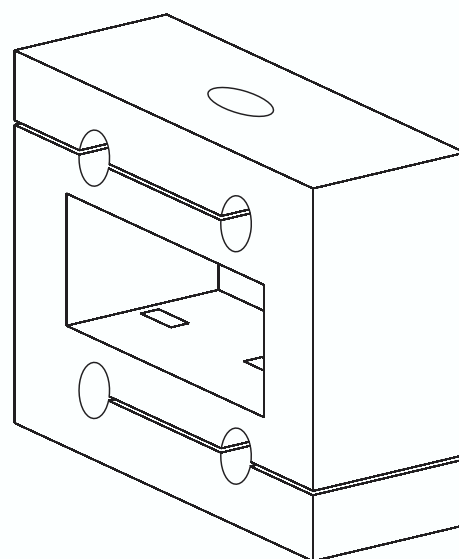
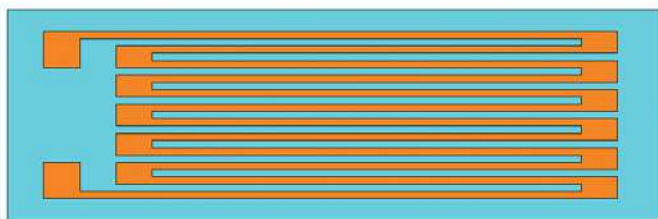



Figura 4: Schema di un estensimetro lineare

Figura 5: Ponte di Wheatstone con estensimetri

caso si desiderasse una portata maggiore si deve solo diminuire il diametro dei fori.
La deformazione meccanica della cella è data dalla formula **D = K * (F / Ao) / E** dove:

- **D** = deformazione meccanica (adimensionale).
- **K** = costante di proporzionalità (dipende dalla geometria del sistema).
- **E** = modulo elastico del materiale.
- **F** = forza applicata.
- **Ao** = sezione sottoposta a flessione.

Il disegno di figura 3 illustra la cella che costruiremo.

Nello disegno è visibile la struttura fisica della cella, consistente in un massello di lega di alluminio AL6061 (il nome commerciale è ANTICORODAL), forato e lavorato pazientemente con la lima. L'asola centrale è ricavata per mezzo di forature multiple con punta da 4 mm e i fori sono successivamente uniti con il seghetto per traforo. Poi con la lima si rettifica il taglio fino a ricavare la finestra centrale.
I quattro fori sono fatti con punta da 6 mm mentre le fessure sono ottenute con il seghetto per metallo.
È importante riuscire a mantenere le dimensioni corrette e dare una buona finitura alle superfici lavorate, soprattutto dell'asola centrale.
Lo spessore tra l'asola e i fori è critico, raccomando di prestare molta cura affinchè sia perfettamente uguale per tutti i fori. Per una cella della portata di 25 kg lo spessore dev'essere di circa 2,5 mm.
I fori verticali devono essere filettati con maschio da 8MA (metrico da 8 millimetri), servono per il fissaggio della cella al basamento e al carico.
Non ci resta che trovare il modo di misurare la deformazione provocata dal peso applicato e per far questo useremo degli ESTENSIMETRI.

GLI ESTENSIMETRI

Sono il cuore del nostro trasduttore e da essi dipende la precisione e la sensibilità della cella.
Gli estensimetri sono fisicamente costituiti da sottilissime lamine in materiale plastico di dimensioni molto ridotte, generalmente di 5 mm di lunghezza per 3 mm di larghezza, ma ne esistono anche di formati maggiori o minori.
Sono costruiti in molte versioni: lineari, a rosetta, a griglia multipla eccetera, ma per questa applicazione ci interessa il modello più semplice. Sulla lamina è depositato con la tecnologia del sottovuoto una sottile griglia in speciale materiale metallico resistivo, ad esempio una lega a base di nickel, costantana o similari.

Come si può vedere nella figura 4, il disegno della griglia forma una traccia a zig-zag con il lato lungo di spessore ridotto e quello corto di larghezza maggiorata, formando una spira chiusa.
Le piazzole a sinistra servono da connettori sui quali sono saldati i terminali elettrici.
A riposo, cioè senza alcuna sollecitazione, l'estensimetro ha una precisa resistenza elettrica, in genere di 120 ohm, anche se per applicazioni particolari vengono prodotti con valori diversi.
Se la superficie resistiva dell'estensimetro viene allungata la resistenza aumenta con un valore proporzionale alla deformazione applicata, se invece viene compressa nel senso della lunghezza la resistenza si riduce.
Come si può intuire, questa variazione è dovuta al restringimento o ingrossamento infinitesimale della sezione del materiale resistivo e per questo motivo è di valore molto piccolo.
Serve perciò un sistema di rilevazione molto preciso in grado di apprezzare una variazione di pochi centesimi di ohm. La soluzione che adotteremo sarà quella di impiegare quattro estensimetri collegati a ponte di Wheatstone sul quale due capi sono alimentati da una tensione fissa e sugli altri due potremo misurare la tensione in uscita proporzionale alla forza applicata.
Questo metodo ci permette anche di risolvere un problema tipico delle celle con solo uno o due estensimetri, quello della deriva termica. Come sappiamo, il valore ohmmico di una resistenza cambia con la sua temperatura e nel nostro caso questa variazione potrebbe introdurre un indesiderato sbilanciamento del ponte, con gli inevitabili errori di lettura e ci costringerebbe inoltre a continue

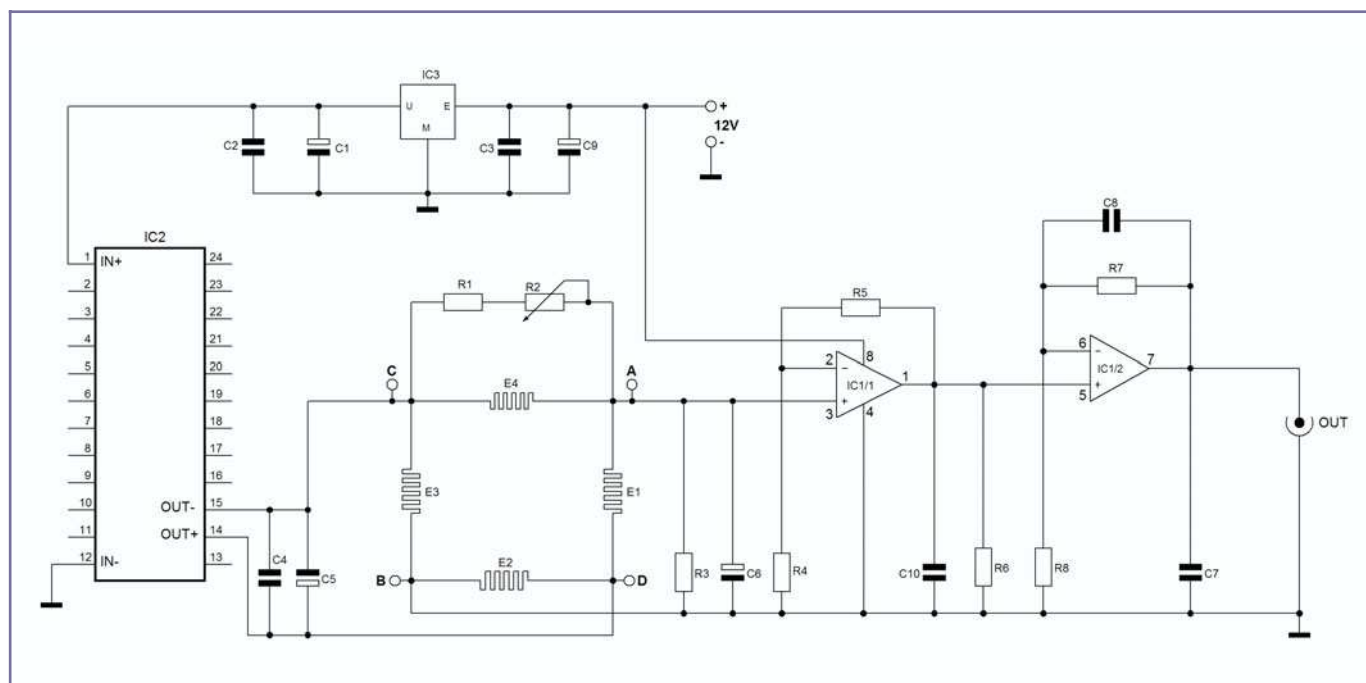



Figura 6: Schema elettrico dell'amplificatore per estensimetri

calibrazioni. Usando invece 4 estensimetri la variazione di temperatura agisce su tutti gli elementi, compensando a vicenda il valore della rete resistiva.
Vediamo perciò come può essere disegnato un simile circuito a ponte di Wheatstone (figura 5).

Il generatore "PS" fornisce l'alimentazione in continua ai due nodi opposti del ponte, sugli altri due è applicato un millivoltmetro "V".
In condizioni di riposo il valore resistivo degli estensimetri E1-E2-E3-E4 è identico, perciò la tensione in uscita è zero. Se applichiamo una forza in grado di variare la resistenza di uno qualsiasi degli estensimetri la tensione in uscita non sarà più uguale a zero, ma di un valore proporzionale allo sbilanciamento del circuito, e potrà avere segno positivo o negativo a seconda del caso.
La tensione di alimentazione del ponte deve essere predisposta in modo da far scorrere negli estensimetri una determinata corrente che non deve superare quella prescritta dal costruttore.
Alimentando il ponte a 9 volt la corrente di ogni singolo ramo sarà di 37,5 milliampere, che rientra nelle specifiche. Alimentandolo a 12 volt la corrente sale a 50 milliampere e ogni estensimetro dissiperà 0,3 watt.
Per aumentare la sensibilità della cella possiamo disporre gli estensimetri in modo che due siano sollecitati in trazione mentre gli altri due a compressione. In questo modo è sufficiente una piccola deformazione della cella per ottenere un apprezzabile valore della tensione in uscita.
Per ottenere questo risultato si può ricorrere a delle particolari geometrie della cella di carico.
Nella cella a "S" che abbiamo già visto possiamo intuire che le forze agenti sulla verticale provocano una deformazione nelle zone indicate dai puntini rossi. La deformazione è localizzata in quelle zone in quanto il restringimento agisce come una sorta di cerniera flessibile, mentre il resto della struttura è rigida essendo di spessore maggiore. Le due fessure orizzontali ricavate nella cella consentono la flessione delle mensole centrali. La sensibilità della cella ed anche la sua portata massima è stabilita dallo spessore della parte "attiva" cioè quella destinata a flettersi. Variando il suo spessore e la sua larghezza possiamo progettare celle con diverse portate massime. Nel caso della cella illustrata è possibile anche variare il diametro dei quattro fori presenti sopra e sotto l'asola centrale.
Le linee verdi e blu indicano la posizione degli estensimetri, incollati sulla parte interna dell'asola con una particolare procedura che descriveremo in seguito.
Vediamo ora cosa succede quando applichiamo una forza sulla cella.
Nelle zone indicate dai puntini rossi il metallo si flette, allungandosi da una parte e comprimendosi dall'altra.
L'estensimetro nell'angolo in altro a sinistra (colorato in blu) è sottoposto a compressione, mentre quello in alto a destra (colorato in verde) è sottoposto a trazione.

Altrettanto, in maniera simmetrica, avviene per gli estensimetri posti in basso. Ne risulta uno sbilanciamento del circuito a ponte con l'effetto di presentare in uscita una tensione misurabile, anche se di piccola entità (frazioni di millivolt). Il segnale necessita ovviamente di una adeguata filtrazione, amplificazione e regolazione dell'offset, ottenibile con il circuito che proponiamo in figura 6.

L'alimentazione da fornire al circuito deve essere di 12 V, facilmente ottenibile con uno stabilizzatore LM7812.
Il circuito ibrido IC1 è un generatore di tensione continua a 9 V, partendo da un ingresso di 5 V.
Ha al suo interno un piccolo alimentatore switching che oltre ad elevare la tensione provvede all'isolamento galvanico tra ingresso e uscita. L'isolamento è necessario in quanto la massa del circuito deve essere separata dalla tensione negativa applicata al ponte. Il problema poteva anche essere risolto con un amplificatore differenziale ma le prime prove non hanno dato esito soddifacente a causa delle fluttuazioni sul segnale in ingresso, che ricordo è dell'ordine di frazioni di millivolt. L'isolamento galvanico tra il ramo dell'alimentazione e l'uscita del ponte è la soluzione migliore.
Sembrerà strano ma questo alimentatore switching è facilmente reperibile, anche a costo zero.
È quel blocchetto nero che si trova su quasi tutte le schede di rete ETHERNET di vecchio modello.
Su un paio di schede in mio possesso il modulo era siglato YCL DC101R ma ovviamente le sigle posso essere diverse a seconda del produttore. Basta trovare una scheda LAN rottamata o guasta (i riparatori di computer ne hanno sicuramente qualcuna da regalarvi), dissaldarlo senza romperlo ed il problema è risolto.

Le caratteristiche di questo modulo sono le seguenti:

Tensione ingresso: 5V (+/-10%)
- Tensione in uscita: 9V.
- Corrente massima in uscita: 200 mA.
- Assobimento a vuoto: 85 mA.
- Assorbimento sotto carico: 635 mA.
- Frequenza switching: 25 KHz.
- Efficienza: 57%.
- Isolamento IN-OUT: 500V.

Piedinatura:

- Pin 1-24 = ingresso positivo.
- Pin 12-13 = ingresso negativo.
- Pin 10-15 = uscita negativa.
- Pin 11-14 = uscita positiva.
- Gli altri pin non sono collegati

Elenco componenti

Sigla	Valore
R1	4,7 KΩ 1/4 W
R2	20 KΩ (trimmer multigiri)
R3	39 KΩ 1/4 W
R4	4,7 KΩ 1/4 W
R5	120 KΩ 1/4 W
R6	10 KΩ 1/4 W
R7	39 KΩ 1/4 W
R8	4,7 KΩ 1/4 W
C1, C5	47 μF 25 V elettrolitico
C2÷C4, C7, C8, C10	100 nF poliestere
C6	10 μF 25 V elettrolitico
C9	220 μF 25 V elettrolitico
E1-E4	Estensimetri linerari 120 Ω
IC1	YCL DC-101-R
IC2	LM358
IC3	7805

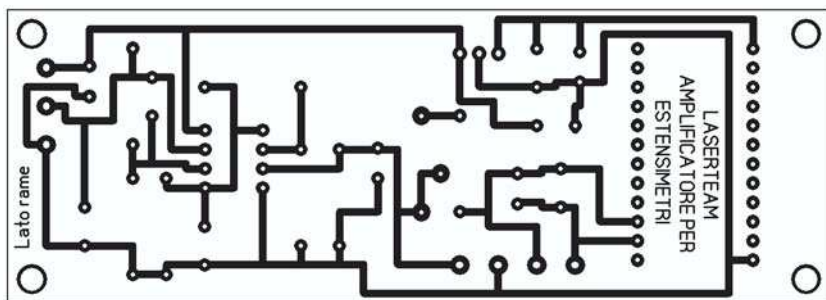



Figura 7: *Circuito stampato in scala 1:1 (lato rame)*

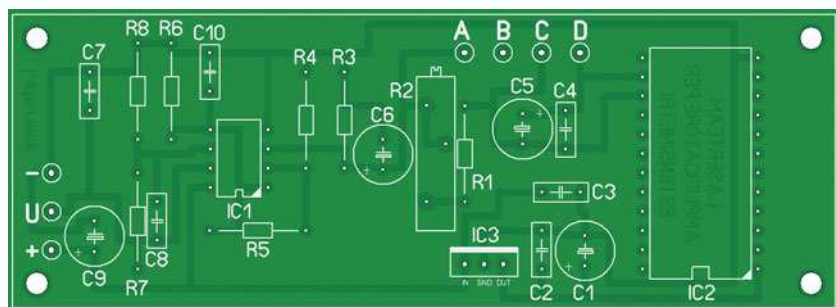



Figura 8: *Piano di montaggio*

Lo stabililizzatore IC3 a 5 V serve a garantire al modulo una tensione di alimentazione costante, mentre i condensatori C4 e C5 servono a livellare la tensione a 9 volt generata dal modulo switching.
Gli estensimetri E1-E4 sono collegati in configurazione a ponte di Wheatstone e la tensione in uscita è prelevata sui nodi opposti all'alimentazione. Il trimmer multigiri R2 posto in parallelo a E4 serve alla taratura dello ZERO, per compensare eventuali tolleranze degli estensimetri. Se la taratura risulta difficoltosa può essere necessario spostare il trimmer ed inserirlo in parallelo al ramo adiacente, ad esempio E1 oppure E3.
Poiché la sensibilità della cella dipende dall'accuratezza costruttiva, dal tipo di lega metallica, dalla disposizione degli estensimetri e da molti altri fattori, può essere necessario modificare il guadagno dell'amplificatore agendo sul rapporto tra le coppie di resistenze.
Il segnale in uscita dalla cella viene amplificato dall'operazionale OP1/2 (LM358), e successivamente dal secondo operazionale OP2/2, entrambi in configurazione non invertente. Il guadagno dello stadio amplificatore è dato dal rapporto 1+ (R5/R4) per il primo stadio e da 1+ (R7/R8) per il secondo, perciò con i valori assegnati otterremo rispettivamente i guadagni di 26,53 e 9,29 con un'amplificazione complessiva di circa 255 volte.
Per gli estensimetri in configurazione a ponte si raccomanda una taratura a fondoscala di 2 mV per volt di alimentazione del ponte. Nel nostro caso essendo il ponte alimentato a 9 V dovremo avere un'uscita di 18 mV al massimo carico previsto per la cella. L'amplificazione di 255 volte ci consente di avere un segnale di 4,59 volt alla massima portata, adeguato all'interfacciamento con gli AD converter del datalogger già presentato. Se invece desideriamo visualizzare direttamente su di un voltmetro il valore della forza applicata possiamo sostituire il resistore R7 con un trimmer multigiri da 100 KΩ e regolare il guadagno in modo da ottenere una tensione di 100 mV applicando un peso di 1 kg.
I condensatori C6, C11, C7 e C8 servono da filtro passa basso, per eliminare le fluttuazioni troppo veloci del segnale in continua, in modo da rendere leggibile la tensione anche con strumenti digitali. Gli estensimetri offrono infatti una banda passante molto ampia e perciò sono in grado di "sentire" anche le vibrazioni della cella. Il circuito è assemblato sullo stampato monofaccia illustrato nella figura. Il montaggio è così semplice da non richiedere particolari raccomandazioni. Si consiglia di montare lo stabilizzatore IC3 su una aletta di raffreddamento oppure sul fondo del contenitore metallico.

MONTAGGIO DEGLI ESTENSIMETRI

Un paragrafo a parte merita invece la procedura di incollaggio degli estensimetri sulla cella di carico.
Per ottenere buoni risultati consiglio di seguire con molta attenzione questi consigli:

- La superficie metallica deve essere levigata a specchio iniziando con carta abrasiva di grana 100 e arrivando fino alla grana 400.
- La zona di contatto deve essere perfettamente sgrassata con etere etilico. Qualsiasi particella oleosa, comprese le impronte digitali, pregiudica un'ottima tenuta.
- L'incollaggio deve essere effettuato con adesivo cianoacrilico a media densità, ad esempio quello in vendita nei negozi di modellismo. Con l'occasione consiglio di acquistare anche il

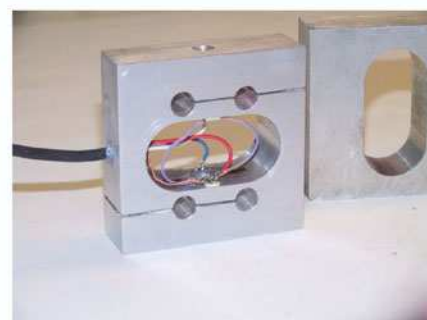



Figura 9: *Foto della cella autocostruita*

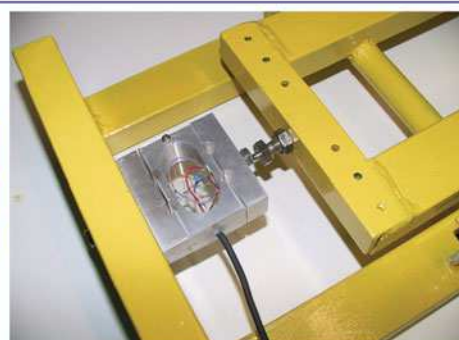
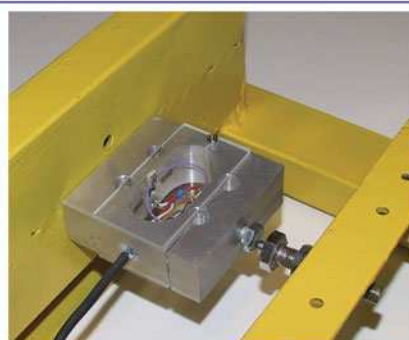



Figura 10: *Particolare degli estensimetri*

relativo spray attivatore, che riduce a pochi secondi il tempo di catalizzazione.

Per posizionare correttamente l'estensimetro sulla zona prevista è opportuno fissarlo su un pezzo di nastro adesivo, applicarlo sulla cella controllando la perpendicolarità e la simmetria. Poi staccare un lembo del nastro sollevando la lamina, metterci sotto una goccia di collante e riapplicarlo premendo con un dito. Sono da evitare assolutamente le inclusioni di bolle d'aria. Se la posizione è quella corretta possiamo fissare definitivamente l'estensimetro spruzzando un pò di attivatore, che funziona anche attraverso il nastro adesivo.

Il collegamento elettrico dei quattro estensimetri deve avvenire per mezzo delle basette autoadesive che solitamente sono fornite insieme agli stessi, che hanno lo scopo di disaccoppiare gli sforzi meccanici.
Il cavo di collegamento all'amplificatore deve essere un multipolare (a 4 fili) schermato per evitare interferenze e disturbi. La calza schermo deve essere collegata al corpo metallico della cella.
Si consiglia di proteggere gli estensimentri coprendo le asole della cella con due lastrine di plexiglass (vedi figura 10).

TARATURA DELLA CELLA DI CARICO

Una volta completato l'assemblaggio della cella e dell'amplificatore dobbiamo tarare il sistema in modo da stabilire il rapporto tra forza applicata e valore di tensione in uscita. Per far questo dobbiamo procurarci delle masse campione, ad esempio dei sacchetti di sabbia da 1kg confezionati per mezzo di una bilancia affidabile. Ne appoggiamo uno sulla cella per mezzo di un vassoio (naturalmente occorre tener conto anche del peso dello stesso) e controlliamo con un multimetro la tensione in uscita. Ancora meglio colleghiamo il sistema datalogger e verifichiamo il valore numerico visualizzato sul display. Ripetiamo il test aggiugendo altri sacchetti ed annotiamo su di un foglio i valori misurati.
A titolo di esempio con il mio prototipo ho ottenuto un incremento di 189 mV per kg di peso applicato.
Noteremo che la linearità è piuttosto buona e perciò i valori letti saranno dei multipli del primo.
Al termine del test ricaviamo matematicamente le media delle letture, che rappresenterà il coefficiente di moltiplicazione necessario a ricavare il valore reale del peso cui è sottoposta la cella.
Se a vuoto (a cella scarica) la tensione non è esattamente nulla, possiamo azzerarla agendo sul trimmer R2.

Per informazioni e chiarimenti, scrivete a info@missilistica.it oppure visitate il sito www.missilistica.it.

REPERIBILITA' DEGLI ESTENSIMETRI

Nei comuni negozi di componenti elettronici è piuttosto difficile trovare gli estensimetri necessari al progetto, esistono però delle ditte specializzate nel settore che hanno a catalogo modelli per tutte le esigenze.
Gli esemplari impiegati nel prototipo (codice FLA-3-23-1L) sono stati forniti dalla ditta SPARE di Varzi (Pavia), Tel. 0383.545151 - Fax 0383.545051 - email: sales@spare.it - sito web: www.spare.it. Sul loro sito si possono trovare molte informazioni tecniche e consigli per l'impiego.

Figura 11: *Il datalogger collegato alla cella*

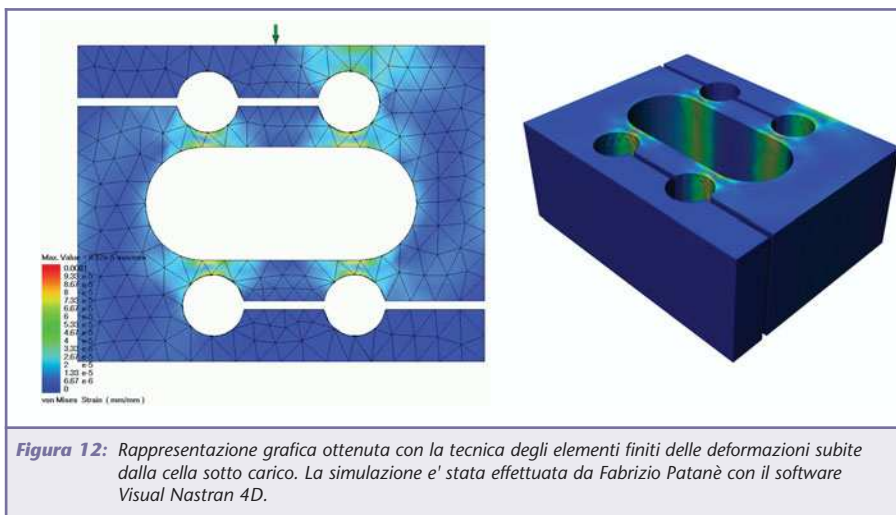



Figura 12: *Rappresentazione grafica ottenuta con la tecnica degli elementi finiti delle deformazioni subite dalla cella sotto carico. La simulazione e' stata effettuata da Fabrizio Patanè con il software Visual Nastran 4D.*

Moduli Velleman montati e collaudati

VM101
Modulo dimmer multifunzione

Modulo a microcontrollore (fornito montato e collaudato e completo di contenitore) in grado di gestire il funzionamento di carichi luminosi e ventilatori. Il dispositivo si disattiva automaticamente in presenza di elevati carichi induttivi. Massima flessibilità di funzionamento grazie alle 13 differenti modalità operative.

Euro 59,00

VM103
Modulo lampeggiatore

Questo modulo consente di attivare e disattivare qualsiasi carico (ad esempio una lampada) in modo da ottenere un funzionamento intermittente. Tempo di attivazione (ON) e disattivazione (OFF) regolabili separatamente. Il modulo può controllare sia carichi resistivi che induttivi. Ideale per controllo luci, segnalatori d'emergenza, eccetera.

Euro 64,00

VM102
Modulo timer mutifunzione

Ideale per controllare il funzionamento di lampade ad incandescenza, lampade alogene, lampade fluorescenti, ventilatori, buzzer e più in generale di qualsiasi dispositivo elettrico o elettronico. Funzionamento a microcontrollore con memoria di tipo EEPROM. Dispone di 15 differenti modalità operative dalla semplice attivazione temporizzata all"accensione random.

VM104
Modulo sequenziatore a 4 canali

Consente di attivare in sequenza quattro carichi luminosi. Velocità di "scorrimento" regolabile, indicatore a led su ciascuna uscita, potenza massima di 450 W per canale.

PCS10
Data logger USB 4 canali

E' in grado di memorizzare su PC l'andamento di segnali continui o lentamente variabili attraverso periodi molto lunghi. Le misurazioni sono automaticamente memorizzate su hard disk per successive elaborazioni. Grazie alla connessione USB nessuna alimentazione esterna è necessaria e l'installazione è facile e diretta.

Euro 54,00

VM106
Pulitore segnali video

Elimina i disturbi presenti nel segnale video rimuovendo distorsioni, protezioni e quant'altro impedisca una visione perfetta. Stabilizza la qualità dell'immagine e le fluttuazioni della luminosità. Compatibile in ingresso e in uscita con gli standard S-video e video-composito (i segnali S-video e videocomposito non possono essere miscelati). Indicazione tramite led di rilevazione di segnale video distorto. Compatibile con i formati PAL/NTSC.

Euro 48,00

VM105
Modulo Slave AC

Attiva automaticamente un'uscita (slave) quando viene abilitata l'uscita primaria (master). Il sistema rileva automaticamente l'attivazione del carico primario con una sensibilità regolabile entro una ampia gamma.

Euro 55,00

VM111
Programmatore demoboard per PIC

Versatile programmatore per microcontrollori Microchip® FLASH PIC(tm) in grado di funzionare anche come demoboard per la verifica dei programmi più semplici. Il sistema si interfaccia alla porta seriale di qualsiasi PC nel quale andrà caricato l'apposito software (compreso nella confezione). Dispone di quattro zoccoli in grado di accogliere micro da 8, 14, 18 e 28 pin. Il kit comprende anche un micro vergine PIC16F627 riprogrammabile oltre 1.000 volte.

Euro 52,00

VM110
Demoboard USB

La scheda VM110 (versione montata e collaudata del kit K8055) dispone di 5 canali di ingresso digitali e 8 canali di uscita digitali. In più, sono presenti due ingressi analogici e due uscite analogiche caratterizzate da una risoluzione di 8 bit. Il numero di ingressi/uscite può essere espanso in seguito collegando fino a un massimo di 4 schede al connettore USB del PC. Tutte le routine di comunicazione sono contenute all'interno della Dynamic Link Library (DLL) K8055D.DLL.

Euro 56,00

Disponibili presso i migliori negozi di elettronica o nel nostro punto vendita di Rescaldina (MI).
Caratteristiche tecniche e vendita on-line:
www.futuranet.it

V.le Kennedy, 96 - 20027 Rescaldina (MI)
Tel. 0331/576139 - Fax. 0331/466686

I PRIMI TENTATIVI DI DIFESA DAL FURTO DELL'AUTORADIO

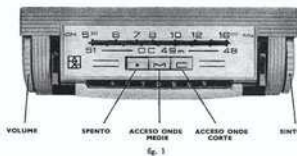
di Carlo Pria
c.pria@farelettronica.com

Il problema di come difendersi dai furti delle autoradio è nato con l'autoradio stessa.
Nel corso degli anni furono proposti svariati sistemi per impedire o comunque rendere difficile il prelievo non autorizzato di questi apparecchi, ma nessuno di essi ebbe alcun successo pratico.
Fu solo con l'avvento dei transistor e grazie alla riduzione di ingombro e peso degli apparecchi da essi consentito, che potè essere messo in pratica l'unico sistema efficace contro il furto, ovvero la possibilità data al proprietario dell'automezzo di smontare facilmente e portare con se l'autoradio ogni volta che abbandonava il veicolo.
*Uno dei primi apparecchi di questo tipo fu l'**Autovox TRANSMOBIL 2** la cui produzione iniziò nell'autunno del '60 e prosegui per diversi anni con buon successo.*
Tra l'altro questo apparecchio aveva il pregio di poter essere alimentato anche con pile, cosa questa che permetteva di usarlo come ricevitore portatile al di fuori del veicolo sul quale era montato.
Vediamo ora come era fatto.

"AUTOVOX"

TRANSMOBIL 2 - TR 222

ISTRUZIONI PER L'ASSISTENZA TECNICA

fig. 1

CARATTERISTICHE GENERALI

Il « Transmobil 2 » è un ricevitore supereterodina a due gamme d'onda (medie e corte) impiegante 8 transistor ed un diodo al germanio.

Il ricevitore consta delle seguenti parti:

A) unità portatile P 222; essa costituisce un ricevitore portatile completo in grado di funzionare senza allacciamento o connessione con alcun altro elemento. La potenza di uscita di 200 mW, con un consumo veramente esiguo delle batterie, ne rende l'uso come apparecchio domestico, più economico di altri allacciati alla rete;

B) un sostegno metallico S 222; da fissare sulla vettura, fornito di guide e serratura per l'introduzione e il bloccaggio della parte A). La parte B) viene completata da:

B1) unità di alimentazione AL 222

oppure

B2) unità di alimentazione e di amplificazione di potenza AM 222, impiegante un ulteriore transistor in grado di erogare 2 W.

Le unità B1) e B2) dimensionalmente identiche, vengono collegate a B) mediante un sistema rapido di linguette ad incastro, richiedente una sola vite di bloccaggio;

C) antenna auto ed eventualmente altoparlante esterno.

L'inserzione dell'unità A) nell'unità B) provoca automaticamente ed istantaneamente:

— la disinserzione delle pile e l'alimentazione dell'unità A) da parte della batteria della vettura. Appositi spinotti, sulla parte B1) oppure B2), consentono la predisposizione per l'alimentazione a 6 V o a 12 V con polarità negativa o positiva a massa;
— l'illuminazione del quadrante;
— la commutazione sullo stadio finale del ricevitore che passa da 200 mW a 600 mW di potenza di uscita;
— l'eventuale sostituzione dell'altoparlante interno della parte A) con un altoparlante installato in vettura.

E' da notare che la potenza di uscita di 600 mW è adeguata, nella maggior parte dei casi, per un confortevole ascolto in vettura a mezzo dell'altoparlante contenuto nell'unità portatile. L'installazione di un altoparlante supplementare, mentre è indispensabile qualora si impieghi l'unità B2, migliora sensibilmente la qualità e la resa acustica anche con l'uso del solo alimentatore unità B 1.

— **La sostituzione dell'antenna in ferrite con l'antenna auto, onde assicurare una maggiore efficienza ed eliminare l'effetto di direttività in zone lontane dalla emittente.**

2

— L'estrazione della parte A) dalla parte B) (facilitata da una maniglia) ripristina immediatamente il funzionamento dell'unità A) come ricevitore portatile completo. Questa può anche, eventualmente, essere inserita senz'altro in qualsiasi altra vettura recante a bordo le parti B) e B1), rispettivamente B2), adeguatamente predisposte all'impianto.

- **Comandi**: L'accensione dell'apparecchio si effettua premendo il tasto corrispondente alla gamma prescelta.
  Premendo il tasto di sinistra (fig. 1) segnato con un dischetto si provoca la disinserzione dell'apparecchio e l'annullamento dell'operazione precedente.
  Due manopole laterali sporgenti frontalmente regolano rispettivamente, quella di sinistra il volume e quella di destra la sintonia.
- **Dimensioni**: della sola unità portatile 180 × 150 × 60 mm.
- **Peso**: della sola unità portatile P 222 completa di pile - 1,300 kg.
- **Batterie**: n. 4 pile « penlite » al biossido da 1,5 V.
- **Altoparlante**: magnetodinamico | AP 9 da 90 mm incorporato / AP 13/18 eventuale esterno
- **Transistor e diodi impiegati**

Q 1	OC 169	*Drift, oscillatore mescolatore*
Q 2	OC 45	*Primo amplificatore di media frequenza*
Q 3	OC 45	*Secondo amplificatore di media frequenza*
Q 4	OC 45	*Rivelatore e C.A.S.*
Q 5	OC 71	*Preamplificatore B.F.*
Q 6	OC 71	*Pilota*
Q 7 / Q 8	OC 74	*Transistor finali di potenza*
D 1	OA 81	*Diodo limitatore di sovraccarico*

Nel caso di utilizzazione dell'unità AM 222 trovasi in questa il transistor finale di potenza K 0477.4.

DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO

Alimentazione

Tutti gli stadi del radio-ricevitore, eccetto l'ultimo, sono alimentati a 6 V (con eventuale interposizione di resistori di disaccoppiamento). La tensione di 6 V è fornita da 4 pile al biossido del tipo a stilo (penlite) nel funzionamento come portatile o dalla batteria della vettura nel funzionamento come autoradio; se la batteria della vettura è a 12 V, la tensione di 6 V è ottenuta a mezzo di un partitore come specificato qui appresso.

Lo stadio finale, impiegante i transistor di potenza Q 7 e Q 8, è alimentato mediante uno speciale sistema, per cui l'alimentazione in C.C. ai due transistor viene applicata:

— in parallelo, nel funzionamento come portatile oppure come autoradio con batteria della vettura a 6 V;
— in serie nel funzionamento come autoradio con batteria della vettura a 12 V; in quest'ultimo caso il medesimo stadio finale funge da partitore per alimentazione degli altri stadi.

E' da notare, per ciò che riguarda il funzionamento con alimentazione a 12 V, il ruolo importante assegnato al condensatore C 31. Questo si carica attraverso un transistor finale durante la semionda del segnale B.F. e si scarica sull'altro transistor durante la semionda successiva. La capacità di C 31 è tale che durante queste cariche e scariche la tensione ai suoi terminali resta praticamente costante, stabilizzandosi intorno alla metà della tensione della batteria della vettura.

La commutazione 6 o 12 V e il cambio di polarità avvengono sulla parte fissa in vettura; pertanto l'unità portatile può sempre essere inserita su qualsiasi vettura recante il supporto e l'alimentatore (oppure alimentatore-amplificatore) opportunamente predisposto.

Commutazione portatile - autoradio

Il commutatore a slitta S 2 è associato ad una molla che, quando l'apparecchio è estratto dal supporto-auto, stabilisce i seguenti contatti:

— il condensatore variabile (C 10) per la sintonia del circuito d'antenna viene connesso, secondo la gamma, ad una delle due bobine L 1 e L 2 dell'antenna in ferrite;

3

— la base del transistore Q 1 riceve il segnale da una delle suddette bobine;
— l'alimentazione viene predisposta per l'impiego delle pile interne;
— l'altoparlante viene collegato al trasformatore di uscita T 10 in modo da ricevere una potenza di 200 mW.

Introducendo l'unità portatile nella staffa supporto, un connettore lamellare a 10 contatti si inserisce nell'unità portatile e, oltre a stabilire i necessari allacciamenti elettrici con l'impianto della vettura, viene l'azione della suddetta molla e sposta la parte slittante del commutatore portatile autoradio in modo da stabilire i seguenti contatti:

— il condensatore variabile C 10 viene connesso, secondo la gamma, ad uno dei due trasformatori di antenna T 1 e T 2, collegati all'antenna auto;
— la base del transistor Q 1 riceve il segnale da uno dei suddetti trasformatori;
— i punti chiave dello stadio finale vengono inviati all'alimentatore (o alimentatore amplificatore) per la commutazione 6-12 V;
— l'altoparlante viene collegato al trasformatore di uscita T 10 in modo che possa ricevere una potenza di 0,6 W; questo collegamento è trasportato sull'alimentatore in modo da potersi interrompere a volontà, (togliendo l'apposito ponticello) qualora si voglia fare uso di un altoparlante esterno sistemato sulla vettura.

Commutazione di gamma

La commutazione di gamma è effettuata, in modo classico mediante una tastiera; premendo il tasto M oppure C il ricevitore funziona sulla gamma prescelta; premendo il tasto di sblocco, contrassegnato con un dischetto, si annulla l'operazione precedente.

Circuito

E' un ricevitore supereterodina con i seguenti stadi:

1°) convertitore auto-oscillante, impiegante il transistor drift Q 1;
2°) primo stadio amplificatore di M.F., accoppiato al precedente mediante un sistema di due circuiti risonanti (filtro di banda) e impiegante il transistor Q 2;
3°) secondo stadio amplificatore di M.F. (Q 3);
4°) stadio rivelatore nel quale il transistor Q 4 è impiegato secondo uno schema analogo a quello dei triodi termoionici rivelatori per caratteristica di placca;
5°) transistor preamplificatore di B.F. (Q 5);
6°) transistor pilota (Q 6), accoppiato direttamente con il precedente stadio;
7°) stadio finale impiegante i transistor Q 7 e Q 8 in controfase classe B.

Il controllo automatico di sensibilità (c.a.s.) sfrutta le variazioni della corrente di Q 4 (che provocano una c.d.t. variabile ai capi di R 15) per variare la polarizzazione di base di Q 2 attraverso il partitore R 4 - R 14.

Il c.a.s. è integrato dal diodo smorzatore D 1 e dell'asservimento della polarizzazione di base di Q 1 al potenziale di emettitore di Q 2.

Con segnali deboli la corrente di collettore di Q 4 è fortemente negativa rispetto alla massa del ricevitore.

Poichè la polarizzazione di Q 2 è ottenuta attraverso il partitore R 4 - R 14, e poichè R 14 è collegata al collettore di Q 4, ne consegue che la base di Q 2 in queste condizioni, è abbastanza negativa da far scorrere una buona corrente in esso (circa 1 mA) e quindi, da portare Q 1 in condizioni di guadagno elevato. Nello stesso tempo la corrente di Q 2 provoca una c.d.t. in R 7: in tal modo il diodo D 1 risulta con una forte polarizzazione inversa, la resistenza di D 1 è assai forte e T 5 non ne risulta smorzato.

Con forti segnali la corrente di Q 4 aumenta e in conseguenza della c.d.t. in R 15 il collettore di Q 4 diviene meno negativo. Attraverso R 14 - R 4 anche la base di Q 2 diventa meno negativa, la corrente di Q 2 diminuisce e lo stadio guadagna di meno. Intanto essendo diminuita fortemente la caduta di tensione in R 7, il diodo D 1 risulta quasi senza polarizzazione e in queste condizioni smorza fortemente T 5, contribuendo così alla diminuzione di guadagno.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Tensione di alimentazione

- come portatile:
  6 V (4 pile a stilo da 1,5 V)
- come autoradio:
  7 V o 14 V con positivo o negativo a massa

Potenza di uscita

- come portatile: 200 mW
- come autoradio: 600 mW

Consumo

- come portatile:
  senza segnale: 20 mA
  con uscita 200 mW: 70 mA
- come autoradio con uscita di 600 mW:
  a 7 V 360 mA
  a 14 V 280 mA

Frequenze di lavoro

O.M. da 520 ± 5 kHz a 1610 ± 10 kHz
O.C. da 5,9 ± 0,05 MHz a 6,25 ± 0,05 MHz

Sensibilità

Si intende misurata con portante modulata al 30 % a 400 Hz per 50 mW di uscita:

- O.M. non inferiore a 30 μV
- O.C. non inferiore a 30 μV

Sensibilità per stadi

Deve essere misurata applicando il generatore alle basi dei relativi transistor attraverso un condensatore antinduttivo di circa 0,05 μF (per segnali a R.F.), oppure elettrolitico

4

(+ verso il generatore) di circa 10 μF, 12 V (per segnali a B.F.).

Base di Q 1 2,5 μV (Generatore 1000 kHz)
» » Q 1 3,5 » (» 6,1 MHz)
» » Q 1 2,5 » (» 455 kHz; posizione della sintonia 1000 kHz)
» » Q 2 16 » (» 455 kHz)
» » Q 3 300 » (» 455 »)
» » Q 4 25 mV (» 455 »)
» » Q 5 1,8 » (» 400 Hz)
» » Q 6 8 » (» 400 »)

MESSA A PUNTO ELETTRICA

1°) Togliere il ricevitore dalla custodia, smontare l'altoparlante posto ad incastro nella basetta del circuito stampato ed applicare l'attrezzo come fig. 3 (l'altoparlante deve restare collegato elettricamente o sostituito con una resistenza da 3,8 ohm); quindi porre nel contenitore le pile previste.

2°) Inserire il ricevitore in una unità alimentatrice smontata dalla staffa supporto e regolata per 6 V (positivo a massa, a scanso di corti circuiti accidentali). La tensione di alimentazione deve essere 7 V ± 0,1 V.

3°) Connettere un voltmetro C.C. tra massa ed emettitore di Q 6.

4°) Assicurarsi che il cursore di R 18 si trovi presso a poco a metà corsa; quindi accendere il ricevitore e regolare R 18 fino a leggere 1,6 V sul voltmetro.

5°) Connettere il generatore tramite antenna fittizia avente 20 pF in serie e 25 pF in parallelo attraverso un cavo di antenna della lunghezza di 100 cm. e della capacità di 20-30 pF.

6°) Collegare il voltmetro per C.A. ai capi della bobina mobile dell'altoparlante. (Data l'impedenza di questo 3,8 ohm a 400 Hz, avremo 600 mW con 1,51 V e 50 mW con 0,4 V).

N.B. - Tutte le misure di sensibilità dovranno essere eseguite con regolatore di volume al massimo e potenza di uscita di 50 mW.

7°) Regolare il generatore su 455 kHz modulato al 30 % con 400 Hz. (Durante le operazioni di allineamento mantenere il livello del segnale in modo di avere in uscita una potenza intorno ai 50 mW).

8°) Regolare nel seguente ordine i nuclei dei trasformatori di M.F. per la massima deviazione del voltmetro:

- nucleo T 8
- » T 7
- » T 6
- » T 5

(Fig. 3)

Ripetere la regolazione fino al completo allineamento.

9°) Allineare i circuiti di R.F. secondo le seguenti tabelle:

ALLINEAMENTO OSCILLATORE

Ordine operazioni	Frequenza generatore	Posizione variabile	Selettore gamma	Regolare per la massima uscita
1	520 kHz	Massima capacità	O.M.	Nucleo T 3 (fig. 3)
2	1610 kHz	Minima capacità	O.M.	Compensatore C 6 (fig. 4)
3	Ripetere le operazioni n. 1 e n. 2 finchè la condizione di massima deviazione si verifichi per le due frequenze senza dover ritoccare T 3 e C 6. Regolare per ultimo in ogni caso il compensatore C 6.			
4	5,9 MHz	Massima capacità	O.C.	Nucleo T 4 (fig. 3)
5	Verificare che la frequenza immagine si trovi a 4,99 MHz più in basso.			

ALLINEAMENTO STADI R.F. COME AUTORADIO

Ordine operazioni	Frequenza generatore	Sintonizzare il ricevitore	Selettore gamma	Regolare per la massima uscita
6	700 kHz	700 kHz	O.M.	Nucleo T 1 (fig. 3)
7	1500 kHz	1500 kHz	O.M.	Compensatore C 4 (fig. 4)
8	Ripetere le operazioni n. 1 e n. 2 finchè la condizione di massima deviazione si verifichi per le due frequenze senza dover ritoccare T 1 e C 4. Regolare per ultimo in ogni caso C 4.			
9	6,3 MHz	6,3 MHz	O.C.	Nucleo T 2 (fig. 3)

5

10°) Distaccare il ricevitore dall'unità alimentatrice; l'apparecchio continuerà a funzionare per mezzo delle batterie interne.

11°) Collegare il generatore ad un'antenna standard a telaio disposta come in fig. 2. In mancanza di questa attrezzatura collegare il generatore ad una antenna autoradio posta nelle vicinanze del ricevitore; quindi regolarne convenientemente l'uscita.

12°) Allineare secondo la seguente tabella:

ALLINEAMENTO STADI R.F. COME PORTATILE

Ordine operazioni	Frequenza generatore	Sintonizzare il ricevitore	Selettore gamma	Regolare per la massima uscita
10	700 kHz	700 kHz	O.M.	Posizione bobina L 1 (fig. 4)
11	1500 kHz	1500 kHz	O.M.	Compensatore C 1 (fig. 4)
12	Ripetere le operazioni 1 e 2 finchè le condizioni di massima uscita si verifichino con la stessa assetto degli organi di regolazione (è utile a tale riguardo essere provvisti di un bastoncino isolante ai cui estremi siano fissati rispettivamente un cilindretto di ferrite e uno di ottone. Le condizioni di buon allineamento si verificano, quando avvicinando all'antenna dell'apparecchio sia il cilindretto in ferrite che quello di ottone, l'uscita diminuisce).			
13	6,1 MHz	6,1 MHz	O.C.	Posizione bobina L 2 (fig. 4) *Nota.* — In caso di difficoltà si possono serrare oppure allontanare una o due spire, per ottenere un aumento, rispettivamente una diminuzione dell'induttanza
14	A fine operazioni di allineamento controllare l'oscillatore a 1615KHZ come da operazione n. 2 ed eventualmente regolare il compensatore C6.			

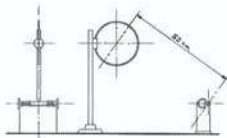



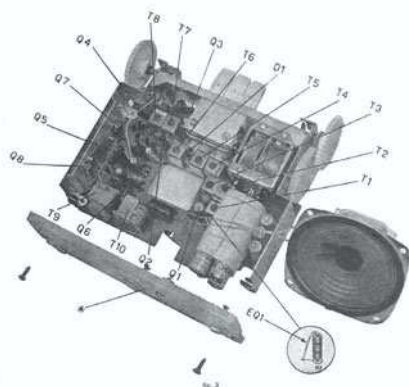
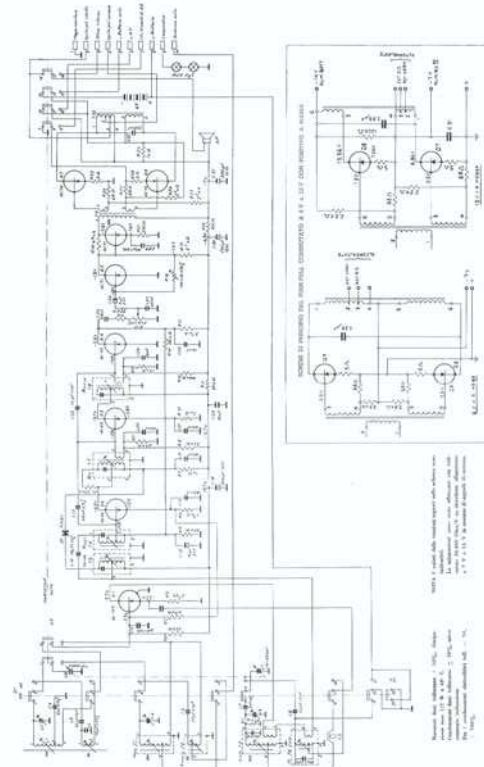
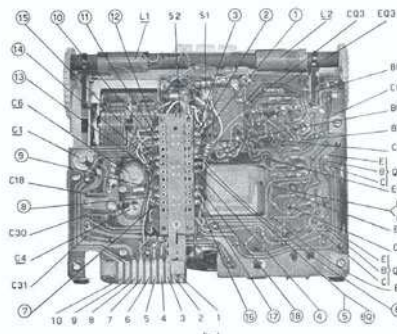
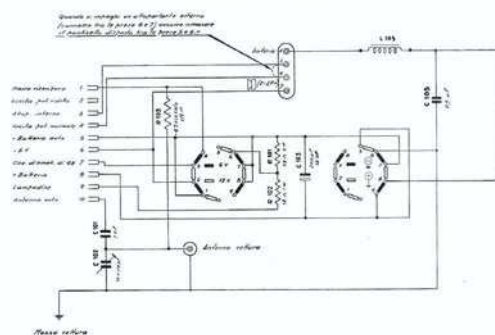
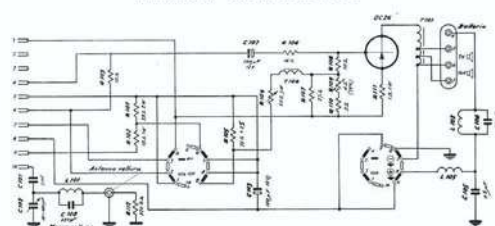
fig. 2
Posizione dell'antenna a telaio rispetto al ricevitore, per l'allineamento dell'antenna in ferrite

6

fig. 3

fig. 4

9

Le fiere e mostre mercato di Luglio e Agosto 2004

3-4 Luglio 2004
MOSTRA MERCATO DEL RADIOAMATORE E DELL'ELETTRONICA

La mostra giunta alla sua 15ª edizione, raccoglie circa 30 espositori nel campo della radiantistica ed elettronica, conta al suo attivo circa 3000 visitatori.

LUOGO: Area Espositiva La Cecinella
57023 Cecina a Mare (LI)

ORARI: il 3 Luglio 9.00/13.00, 15.30/19.30, 21.00/23.00
il 4 Luglio 9.00/13.00,15.30/19.00

ORGANIZZATORE: Promozione e sviluppo Val Di Cecina
(Tel. 0586.785026 - Fax 0586.788698
prosvi@etrurianet.it)

INGRESSO: € 3,00

17-18 Luglio 2004
15 MOSTRA MERCATO DELLA RADIO, ELETTRONICA E COMPUTER

La manifestazione, unica in Calabria, bene organizzata e anche molto pubblicizzata, attira sempre più notevoli flussi di visitatori provenienti da varie regioni, aggiunti ai turisti che nel periodo si trovano in costa Jonica. Alla manifestazione partecipano circa 50 espositori ed è visitata ogni anno da circa 5000 visitatori.

LUOGO: Istituto di Primo Grado "Sorace Maresta"
Locri (RC)

ORARI: 9.00/13.00, 15.30/20.00

ORGANIZZATORE: Galluzzo Salvatore
(Tel. 0964.22340)

INGRESSO: Gratuito

28-29 Agosto 2004
COMPUTERFEST

Nata come la festa del computer nel 2003 ha riscontrato subito un'enorme successo tra il pubblico permettendoci di ospitare oltre 10.000 visitatori già nella prima edizione. Per questo motivo ma anche per le suggestive caratteristiche dei padiglioni fieristici di Cerea abbiamo deciso di continuare con l'impronta festaiola spostando la manifestazione in una data più consona all'utilizzo di tutto lo spazio a nostra disposizione. La scommessa che facciamo con tutti voi è quella di portarvi un evento ricco di sorprese, ricco di espositori e ricco di divertimento subito alla fine delle vostre ferie il 28 e 29 agosto 2004.

LUOGO: Areaexp Cerea (Verona)

ORARI: 9.00/19.00

ORGANIZZATORE: Compendio Fiere S.r.l.
(www.compendiofiere.it - Tel. 337.676719)

INGRESSO: Intero € 6,00 Ridotto € 4,00

ALCUNE DELLE DATE INDICATE POTREBBERO SUBIRE VARIAZIONI

REMODATA: IL TELECONTROLLO VIA MODEM

di Salvatore Gioiosa
gioiosal@tiscali.it

Il concetto di automazione si è ormai da tempo diffuso in macchine e impianti anche di minime dimensioni, soprattutto grazie ai recenti controllori programmabili, PLC, che in dimensioni ridottissime concentrano funzionalità di elevata complessità con una notevole semplicità di programmazione e un costo molto limitato.
Il concetto di supervisione invece, seppur strettamente correlato a quello di automazione, ha avuto una diffusione molto più graduale, soprattutto nei piccoli impianti si stenta a trovare una soluzione semplice ed economica. In questo articolo vedremo come realizzare un piccolo sistema di telecontrollo remoto che ci permetterà di visualizzare sullo schermo del pc ben otto stati digitali.

Il progetto che presentiamo è composto di una parte hardware ed una software. La prima è rappresentata dalla realizzazione pratica della scheda e dai collegamenti scheda-modem, la seconda dal software da caricare sul PC per controllare il tutto. La scheda non utilizza componenti critici e funziona attorno al circuito integrato HD6402 che non è altro che una semplice UART (Universal **A**synchronous **R**eceiver **T**ransmitter cioè dispositivo universale per ricezione trasmissione asincrona). Infatti, esso dialoga con il modem permettendoci di ricevere i dati sul PC. Prima di passare alla descrizione della scheda, date un'occhiata alla figura 1 che illustra il funzionamento del sistema. Il PC è connesso al **modem 1** e rappresenta la nostra postazione di telecontrollo, il **modem 2** è invece connesso alla scheda REMODATA, in questo collegamento ci sono delle regole ben precise da rispettare che comprendono il cavo e i settaggi per rendere

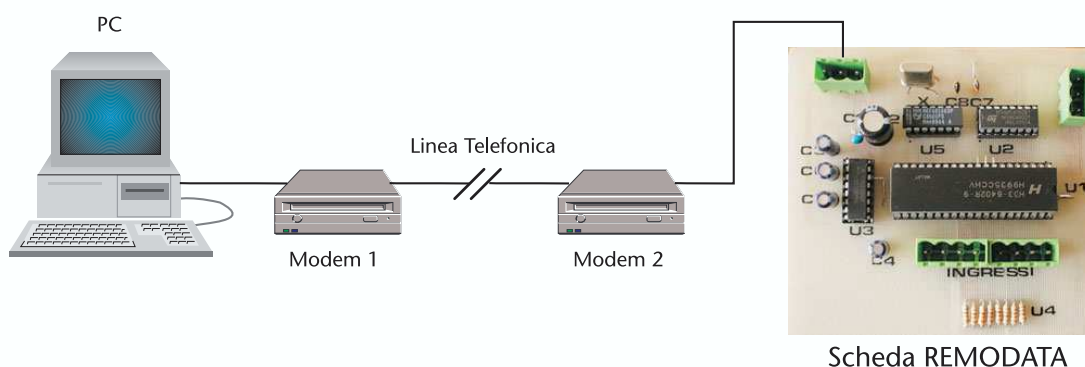



Figura 1: *Principio del sistema REMODATA*

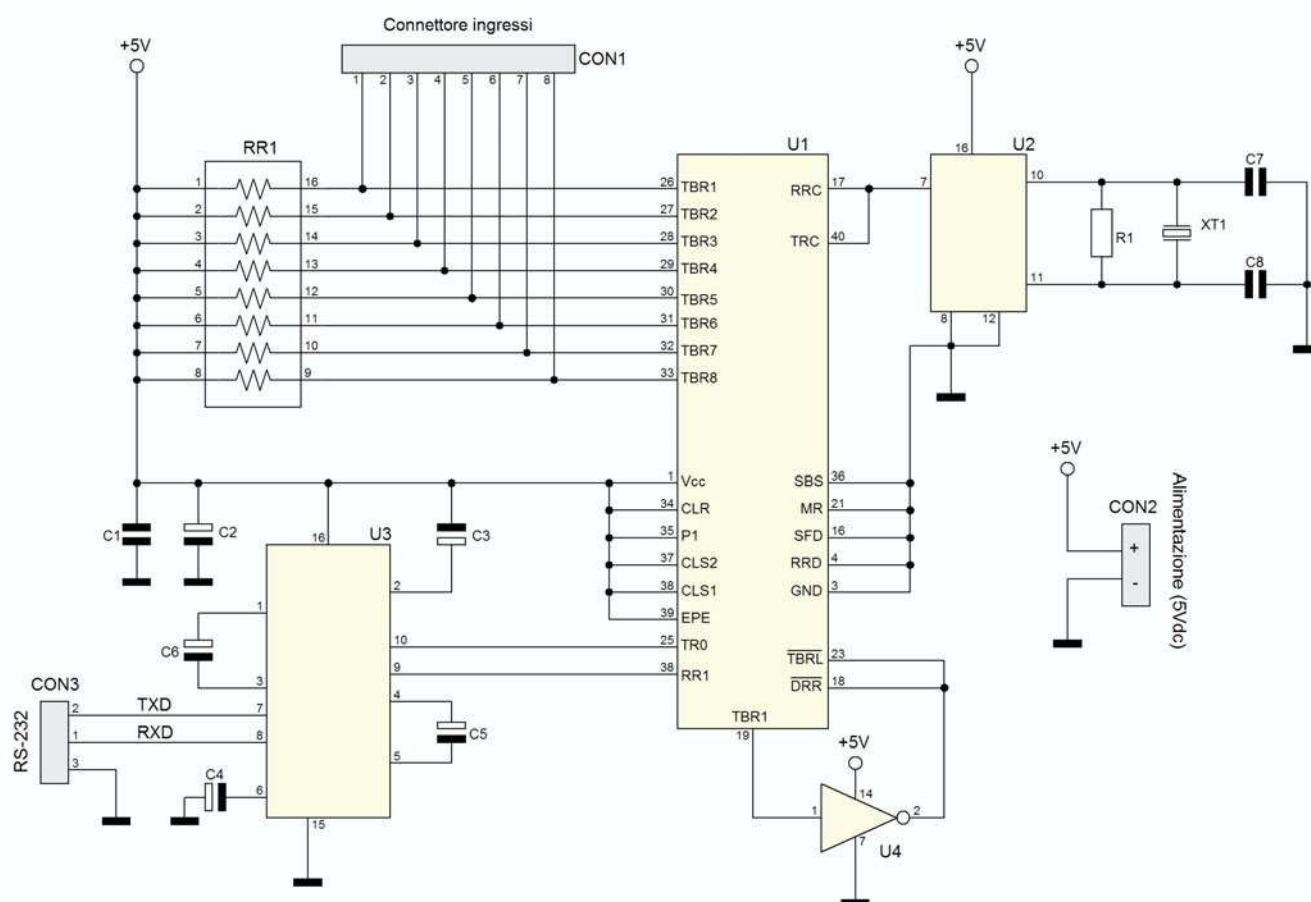
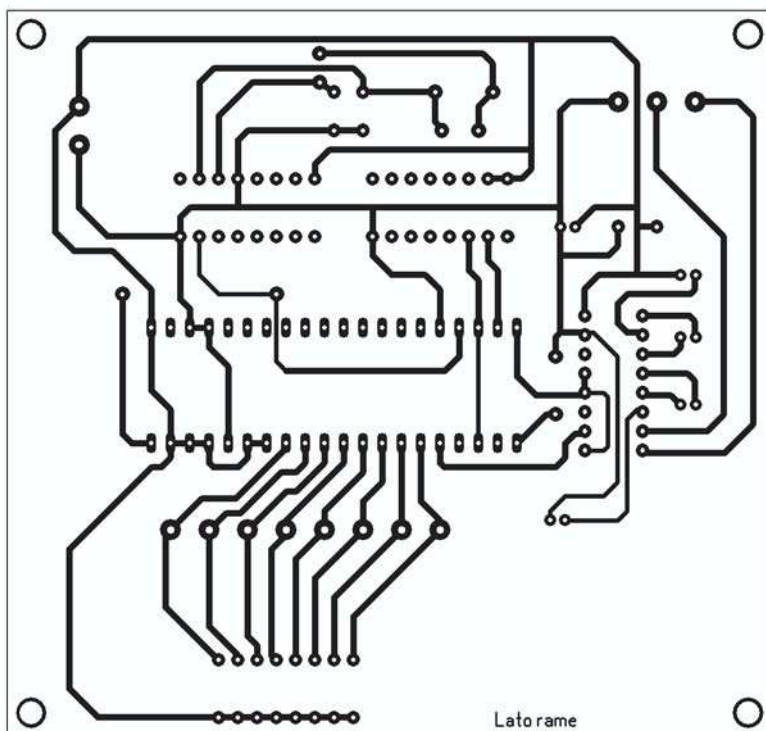



Figura 2: Lo schema elettrico di REMODATA

Figura 3: Il circuito stampato scala 1:1: (lato rame)

Figura 4: Piano di montaggio

Elenco componenti	
Sigla	**Valore**
R1	10 MΩ 1\4 W
RR1	R-pack da 3,3 kΩ (oppure 8 resistenze)
C1	100 nF multistrato
C2	220 μF 25 V
C3÷C6	1 μF elettrolitico
C7, C8	22 pF ceramico
U1	HD6402
U2	74HC4060
U3	MAX232
U5	74HC106
XT1	2,4576 MHz

trasparente la connessione, in quanto il modem 2 non è controllato da un PC, quindi non utilizza alcuni segnali che sono molto importanti per un suo corretto funzionamento, ma più avanti vedremo come questo sia comunque possibile.

LA PARTE HARDWARE

Nello schema elettrico (figura 2) notiamo l'integrato U3 (MAX232) che si occupa della comunicazione seriale tra modem e scheda, infatti, il modem utilizza lo standard RS-232 i cui valori di tensione sono +/-12 V (-12=0 e +12=1). Potete notare che i piedini 7 e 8 di U3 sono rispettivamente collegati con i piedini 2 e 3 del connettore a 25 poli del modem (nel caso di connettore a 9 poli è necessario invertire questi segnali), mentre i pedini 10 e 9 sono collegati, rispettivamente, al 25 e al 20 di U1, su questi piedini troviamo lo stesso segnale ma adattato ai livelli TTL, i restanti piedini sono collegati a capacità e potenziali elettrici come da manuale. In pratica, il MAX232 si occupa di convertire i segnali da RS-232 a TTL e viceversa. Il cuore della

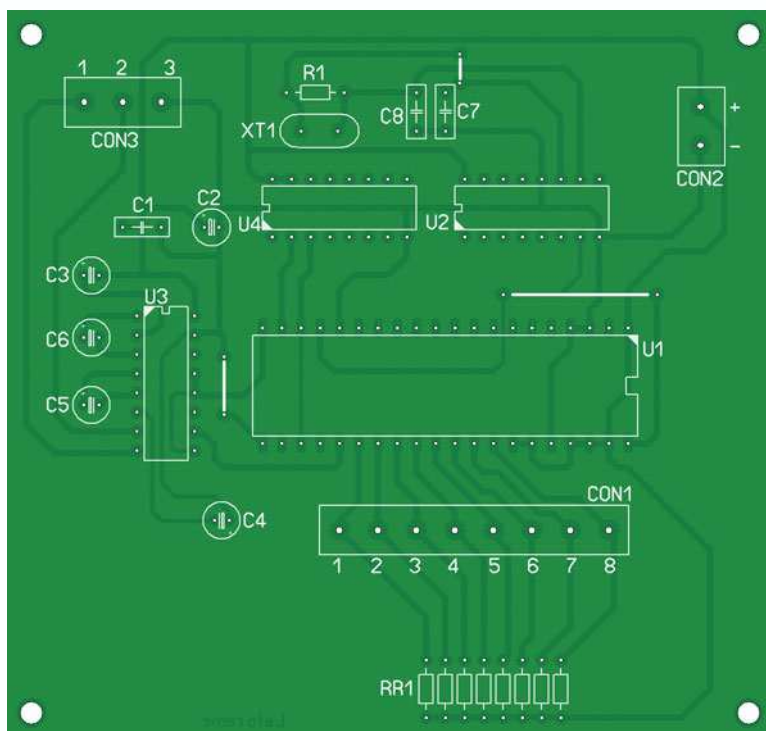
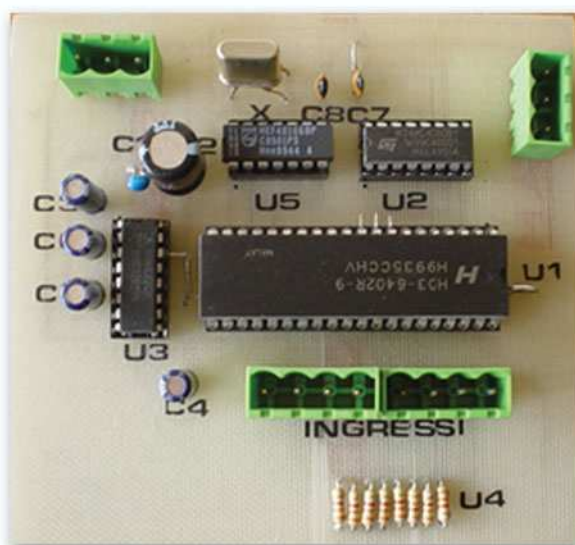



Figura 4: Prototipo della scheda REMODATA

scheda è rappresentato da U1 (UART) che "serializza" il byte presente agli ingressi inviandolo tramite il piedino 25. Questa serializzazione è sincronizzata tramite il segnale di clock, presente sui piedini 40 e 17 (clock di trasmissione e ricezione dati).
Dobbiamo precisare che la UART in questione non solo ha un bus di 8 ingressi ma anche un bus di 8 uscite, come potrete constatare prelevando il datasheet sul sito del produttore **Intersil** (www.intersil.com). Nel progetto ho deciso di non utilizzare le 8 uscite, in quanto non potrei mai controllare il loro stato interrogando l'integrato, quindi lascio a voi la possibilità di migliorare ed ampliare questo progetto. Gi ingressi sono forzati a livello logico alto tramite le resistenze di pull-up (RR1). Per variarne lo stato, sul connettore degli ingressi, dovremmo cortocircuitare il relativo ingresso a massa, utilizzando dei relè o comunque contatti che non presentino tensioni.
Ultima parte dello schema è il generatore di clock, il quale sincronizza la scheda con la velocità di comunicazione seriale. Il clock del generatore è regolato a 9600 baud, in quanto questa è la velocità di comunicazione impostata dal programma installato sul PC. Il clock è generato da U2 (un comunissimo 4060). Normalmente questo tipo d'integrato è utilizzato per realizzare timer e temporizzatori, ma in questo caso diventa un preciso generatore di clock sfruttandone l'oscillatore interno. Infatti, il quarzo ad esso collegato, sui piedini 10 e 11, ci permette di prelevare sui piedini di uscita una frequenza pari alla frequenza del quarzo diviso il peso del piedino stesso. Così facendo dal piedino 7 preleviamo una frequenza di 153600 Hz, che risulta ottimale da collegare ai piedini 17 e 40 di U1, il quale necessita di una frequenza 16 volte maggiore al baud rate (153600:16=9600). Infine l'alimentazione che per la nostra scheda deve essere di 5 V continui.

Realizzazione pratica della scheda

In figura 3 è riportato circuito stampato,visto dal lato saldature, mentre in figura 4 è riportato il piano di montaggio. Come al solito montate i componenti iniziando da quelli più bassi, ponente attenzione a non surriscaldare, con il saldatore, tutti i circuiti integrati, in quanto potrebbero danneggiarsi. La connessione della scheda è molto semplice; i connettori hanno un passo di 5 mm per consentire l'utilizzo di morsettiere tradizionali, magari estraibili. Gli ingressi (CON1) hanno il comune a massa e vanno connessi alle apparecchiature da controllare, per mezzo di contatti "puliti". Al connettore CON2, invece, va connessa l'alimentazione della scheda, che ricordiamo deve essere 5 V continui. Infine, il connettore CON3 va utilizzato per la connessione al modem, ma questo necessita di un cavo di adattamento. Il cavo va realizzato in base al tipo di connettore presente sul modem, la tabella che segue mostra le diverse connessioni su DB9 e DB25:

DB9	DB25	REMODATA
2	3	1 (RXD)
3	2	2 (TXD)
5	7	3 (GND)
Ponticellare Pin 4 con 6	Ponticellare Pin 8 con 4	
Ponticellare Pin 7 con 1	Ponticellare Pin 20 con 6	

I ponticelli sono necessari a mascherare i segnali che mancano al modem, per operare correttamente.

CONFIGURAZIONE DEL MODEM

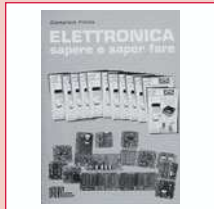
A questo punto è necessario impostare i parametri di comunicazione del modem da connettere alla scheda REMODATA.
Colleghiamo il modem ad una porta seriale del PC.
Serviamoci di un programma di comunicazione, in grado di colloquiare con il modem, come **Hyper Terminal** (presente in tutte le versioni di Windows).
Apriamo Hyper Terminal, creiamo

Figura 6: *Schermata del programma REMODATA*

una nuova connessione e diamogli un nome (REMODATA per esempio), poi nella finestra di connessione selezioniamo la porta seriale alla quale abbiamo connesso il modem, impostiamo la velocità di comunicazione a 9600 e confermiamo la connessione, ci apparira' la finestra principale di Hyper Terminal. Per controllare che tutto sia a posto, digitiamo il comando **AT** e premiamo invio, avremo come risposta **OK**. Se questo non avviene controllate che il modem sia acceso, che la porta seriale selezionata sia quella corretta ed infine che il modem stesso sia connesso correttamente.
A questo punto, se il modem ha risposto, possiamo impostarne i parametri di comunicazione. Il primo paramentro è quello che abilita l'autorisposta alle chiamate entranti, se vogliamo che il modem risponda dopo 5 squilli, digitiamo il comando **ATS0=5** e premiamo invio, a video apparirà la solita risposta (OK) che ci conferma che il parametro è stato accettato. Di seguito impostiamo il modem in modo che elimini l'eco dei comandi e le risposte verbali o numeriche, digitiamo **ATE0** e invio, attendiamo la risposta e digitiamo **ATQ1** e invio. Da questo momento in poi, non avremo più nessuna risposta dal modem.
Per concludere non ci resta che memorizzare, nella memoria non volatile del modem, i parametri appena configurati, digitiamo **AT&W** e premiamo invio.
Chiudiamo Hyper Terminal, spegniamo il modem e il computer, scolleghiamo il modem dal computer e lo colleghiamo alla scheda, accendiamolo e alimentiamo la scheda. Fatto questo, il nostro dispositivo di controllo remoto è pronto ad operare. A questo punto non ci resta che descrivere il programma di gestione REMODATA.

LA PARTE SOFTWARE

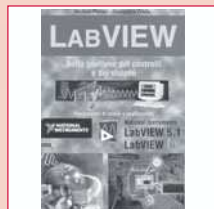
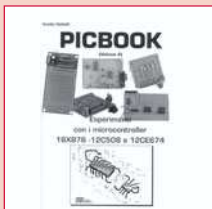
Il programma da installare sul PC è REMODATA (figura 6), lo potete scaricare dal sito di Fare elettronica.
Terminata l'installazione, per altro semplice ed intuitiva, mandatelo in esecuzione; all'avvio potrebbe comparire un errore di comunicazione, se il modem è connesso ad una porta diversa da COM1; in questo caso confermate il messaggio, cliccate sul menù Azione e di seguito su Setta porta, apparirà una finestra che ci consente di selezionare la porta alla quale il modem è connesso. Se tutto è a posto, nella barra del titolo della finestra principale, sarà riportato il numero e lo stato della porta selezionata e lo stato della connessione.
Per provare il sistema, è necessario connettere il secondo modem al PC che funzionerà da stazione di controllo, lanciare il programma REMODATA, cliccare sul menù Azione e selezionare la voce Nuova Chiamata, apparirà una finestra dove immettere il numero telefonico da chiamare, per intenderci quello dove è collegato il modem con la scheda REMODATA, confermata l'operazione ed attendere che il programma ci comunichi che la connessione è avvenuta. Una volta stabilita la connessione, i led dello stato ingressi, assumeranno il colore rosso, per segnalare che l'ingresso è aperto (non impegnato) o il colore verde per segnalare che l'ingresso è chiuso (impegnato). Sempre nel frame dei segnali ingressi, avremo tutti i dati dell'ultimo aggiornamento dei dati.
Potete terminare in qualsiasi momento la connessione, cliccando sul menù Termina connessione.
Per concludere vorrei farvi presente che se tentate una connessione, senza esito positivo, oltre a controllare che il modem del PC, sia in linea ed acceso e che il dispositivo remoto sia anche esso in ordine, controllate che il modem collegato al PC abbia il parametro ATX impostato su ATX3, altrimenti impostatelo per la perfetta riuscita della connessione.

Buona connessione!.

ELETTRONICA
SAPERE E SAPER FARE
G. Filella
Questo libro é dedicato a chi ha un'innata passione per questa scienza. Molti gli argomenti trattati, dalla saldatura, circuiti stampati, filtri oscillatori, amplificatori.
Pagine 228 **cod. 1005 - €12.80**

ELETTRONICA DIGITALE
SAPERE E SAPER FARE
G. Filella
Dopo il volume dedicato all'Elettronica di base è disponibile il nuovo volume dedicato all'Elettronica digitale. Come per il suo gemello è possibile abbinare teoria e pratica con i kit dimostrativi.
Pagine 160 **cod. 2089 - €12,80**

SMD
COMPONENTI E TABELLE DI CONFRONTO
Giancarmelo Moroni
Componenti SMD. Contenitori e utilizzo. Resistenze SMD. Lettura. Codifica. Trimmer SMD. Condensatori SMD. Ceramici. Film. Poliestere. Elettrolitici. Filtri rete. Connettori SMD. Fusibili. Interruttori. Zoccoli. Led. Transistor. Tabella comparativa.
Pagine 111 **cod. 3426 - €9,00**

RIPARARE
MONITOR PER PC ALIMENTATORI A COMMUTAZIONE GRUPPI DI CONTINUITA'
E. Fico - A. Deotto
Guida pratica per capire il funzionamento e imparare i trucchi, le scorciatoie, le tecniche indispensabili per una rapida riparazione.
Pagine 159 **cod. 3162 - €16,60**

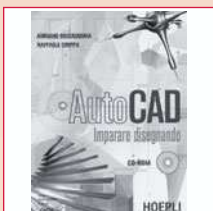
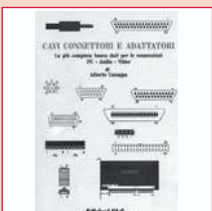
IMPARARE L'INGLESE
(E ALTRE 271 LINGUE) CON RADIO, TV E INTERNET
F. Tagetti
Perchè radio, TV e Internet? Quali mass-media scegliere? Le strategie. Diritti d'autore e diritto d'antenna. La radio a scuola, esperienze in italia e all'estero.
Pagine 128 **cod. 4258 - €12,00**

LABVIEW
Nella gestione dei controlli e dei sistemi
M. Ferrari - G. Filella
LabVIEW è un rivoluzionario ambiente di programmazione la cui struttura grafica ad oggetti consente di controllare dei dispositivi esterni, siano essi strumenti commerciali o schede interfaccia. Questo volume propone una serie di moduli che consentono di approfondire gli aspetti teorici e applicativi correlati all'utilizzo di LabVIEW. Per questo motivo tutti gli argomenti trattati sono corredati da esempi ed esercizi che hanno anche lo scopo di evidenziare i possibili tranelli legati ad un tipo di programmazione non tradizionale.
Pagine 121 **cod. 3216 - €17,50**

PIC BOOK 2
Con CD allegato
G. Galletti
Naturale proseguimento del primo volume, questo libro completa la panoramica sui PIC. Andremo ad utilizzare sempre il 16F84 ma anche il 16F876, il 12C508 ed il 12CE674 due 4+4 pin dalle caratteristiche a dir poco sorprendenti. La novità principale è che qui parleremo di esperimenti oltre che di progetti. Nel CD accluso il lettore troverà tutto quello che gli serve, compresi i vari programmi nonchè tutti i listati presenti in cartaceo nel volume.
Pagine 170 **cod. 3079/2 - €23,50**

PIC BOOK
Dischetto allegato
G. Galletti
PICBOARD: Un circuito mille fori un po' speciale - TIMEPIC: Timer per conteggi alla rovescia - BLINK: Lampeggiatore per motociclo - SEMAPIC: Piccolo semaforo per modellisti - BELL: Campanello apri porta - ALARMPIC: Piccola barriera per i ladri di appartamento - PICMUSIC: Carillon programmabile - VIDEOPIC: Commutatore video con scanner - GESTIONE LCD: HITACHI 44780 a 4 bit - Macro - Le tempistiche del Micro - Interfacciare il PIC 16x84 - Alcuni siti WEB che trattano i PIC - ARIANNA: Come tessere circuiti stampati - Set istruzioni PIC 16C84.
Pagine 96 **cod. 3079 - €18,00**

RADIOASTRONOMIA AMATORIALE
F. Falcinelli
Le basi della radioastronomia. Il problema del rumore nei sistemi riceventi. I collettori della radiazione cosmica: le antenne. Configurazioni dei ricevitori radioastronomici. Il radiotelescopio è uno strumento di misura: calibrazione del sistema. L'importanza della stabilità delle sorgenti del sistema di alimentazione. Attività radioastronomica amatoriale: alcune proposte per la costruzione degli strumenti. Acquisizione e registrazione automatica dei dati.
Pagine 415 **cod. 4261 - €25,00**

LA CORRETTA REALIZZAZIONE DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI
G. Rodolfi
Nozioni di elettrotecnica generale. Nozioni di impiantistica applicata. Sistemi fotovoltaici, pannelli fotovoltaici, dimensionamento, installazione, orien-tamento, collegamenti el, note di manutenzione dei pannelli, batterie di accumulatoti, centralina di controllo, macchine statiche di conversione elettrica. Quadro di controllo. Dispositivi utilizzatori, corpi illuminanti, frigoriferi e congelatori. Sollevamento acqua, elettropompe.
Pagine 96 **cod. 3218 - €11,50**

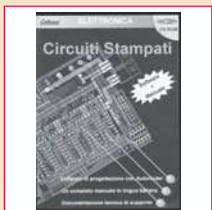
ALIMENTATORI SWITCHING
Software di Progettazione
Documentazione. Un tutorial sulle tecnologie degli alimentatori a commutazione ed un completo manuale in lingua italiana. Il supporto indispensabile per conoscere tutti i comandi e le opzioni del programma. Delle esercitazioni guidate vi condurranno ad un graduale apprendimento delle funzioni primarie per un utilizzo immediato del simulatore. **Programma.** Software di simulazione SPICE su piattaforma SwitcherCAD. Il programma funziona in ambiente PC, si richiede Windows 95/98/2000NT, consigliati 64 Mb RAM liberi sull'Hard Disk.
CD-ROM **cod. 3423 - Euro 25,49**

LA RIPARAZIONE DEI TELEVISORI A COLORI
R. Salerno - A. Deotto
Generalità sul TVC. Sezione RF e FI. sintonia e memoria. Il microcomputer. Teletext. Audio FI e Finale BF. Sezione colore, finali colore. Sezione sincronismi e deplessione verticale. Deflessione di riga, generazione AT e EAT. Correzione E-O. Alimentatore. Varie. Appendice. Indice dei guasti proposti e commentati.
Pagine 207 **cod. 3264 - €17,60**

AUTOCAD Imparare disegnando
CD-ROM allegato
A. Riccadonna - R. Crippa
Generalità. Entità grafiche di base. Modifica delle entità grafiche. Disegnare con i comandi di modifica. Utilizzo dei layer nel disegno. Gestione dei testi e delle quote. Comandi per completare il disegno. Esercitazioni.
Pagine 171 **cod. 4133 - €11,00**

CAVI CONNETTORI E ADATTATORI
La più completa banca dati PC le connessioni PC-audio-video
A. Casappa
Il manuale comprende le connessioni per computer di vari tipi come AMIGA, C64, Spectrum, IBM Compatibili, Audio-Video, IDE, SCSI, ETHERNET, PCMCI, monitor, modem e quant'altro sono riuscito a reperire. Per una migliore consultazione, ho suddiviso il volume in tre parti; • Adattatori • Connettori • Cavi di collegamento
Pagine 80 **cod. 2099 - €10,33**

LA RIPARAZIONE DEI VIDEOREGISTRATORI
R. Salerno - A. Deotto
Generalità sul VCR. Il front-end. La sezione video, percorso dei segnali di luminanza e crominanza in registrazione. La sezione audio. L'alimentatore. La gestione della parte meccanica. Il sistema di controllo. I circuiti servo. La meccanica. Dalla bobina datrice al perno guidanastro di sinistra. Drum testine video e perni guidanastro. Dal perno capstan alla bobina di raccolta. Indice dei guasti proposti e commentati.
Pagine 173 **cod. 3427 - €16,60**

SURPLUS E DINTORNI Volume 2
Giancarmelo Moroni
Conversione del BC 357 in relè a capacità. Il ricevitore professionale CR 100. L'unità ricetrasmittente canadese N. 52. Il ricetrasmettitore portatile mod. FELDFU. Il radioricevitore Collins "51J". Il radioricevitore professionale "Super Defiant" Mod. SX25 Hallicrafters. OCM 208: radioricevitore professionale. Il BC221 modulato di ampiezza a frequenza variabile. Radiotelefoni portatili: storia, cenni, dati, schemi e considerazioni su questi moderni mezzi di telecomunicazione a breve distanza. L'ap-parato di bordo "Funksprecher f". TX80: un semplice, economico trasmettitore radiantistico con quattro tubi unificati. Amplificatori a RF per la QB 3/300 con o senza neutralizzazione della capacità anodo-griglia.Il radioricevitore "Ukw E. e". "Ukw E.g.": un interessante radioricevitore professionale per onde metriche. La stazione radio 610 (SCR-609-A, SCR-610A, B). La stazione mobile n° 19 MK III. Il trasmettitore Bendix: TA-12-B dal Surplus all'amatore. Un trasmettitore completo per licenze di prima classe.Il radiotelefono portatile Telekit IV. Ricetrasmettitore per VHF Telekit VII. Geloso G207TR e G210TR. Un interessante Surplus: il telegrafo da campo TG-5-A.
Pagine 215 **cod.3425 - €15,00**

SURPLUS E DINTORNI Volume 1
Giancarmelo Moroni
A.R. 18 piccolo grande ricevitore. Frequen-ziometro etorodina BC 221. Apparecchiature complementari per BC 221. Ricevitori del tempo di guerra: il Mark I. Il ricetrasmettitore Bendix VHF SCR 522. Il ricevitore BC348 o AC224. Il ricevitore professionale R 107 per OC. Il ricevitore per VHF R 1132A. Dal radioricevitore tedesco Torn E.B. un oscillatore modulato. Il Beacon Receiver BC 1206A. Il ricevitore professionale UKW. Trasmettitore di potenza per stazioni autotrasportate BC610. Il preamplificatore BC614E. Il complesso ricevente trasmittente SCR-506A. Il ricetrasmettitore B 30 MT. Il complesso ricevente e trasmittente canadese n.9 mk 1.
Pagine 235 **cod. 3424 - €15,00**

LA RADIO A GALENA: ORIGINI E PROGETTI
Giancarmelo Moroni
Studi sulla galena. Come funziona il detector a cristallo. Sull'isolamento degli aerei. Montaggio di un antenna interna. La costruzione dei trasformatori di alta frequenza. Bobine a solenoide con prese intermedie. I cristalli oscillanti. Apparecchio supercristallo R.T. 19. Tre classici apparecchi a galena. Un amplificatore a microfono magnetico per ricevitore a cristallo. Un nuovo ricevitore a cristallo. Un apparecchio a cristallo molto efficiente. La "Crisolina". Il "Multiplex". Il Galenofono II. Il Bigristallofono. Il Cristallovox. Il "Selettivissimo". Il "Galenofono III". Il "Dui-bigri-galenofono". C.R. 511: ricevitore a cristallo perfezionato per la ricezione a grande distanza. Il "Galenovariometro". Nomogramma per il calcolo dell'induttanza di una spira circolare (E).
Pagine 138 **cod. 3282 - €13,50**

CIRCUITI STAMPATI
Software + manuale
In questo CD-ROM trovate: EAGLE - software che consente di disegnare o importare lo schema elettrico ed automatizzare la tracciatura delle piste sul circuito stampato con l'ausilio dell'Autorouter Integrato. Funzioni avanzate, per la gestione di ogni fase di lavorazione. Librerie di componenti, possibilità di scegliere tra migliaia di componenti di ogni categoria, analogica o digitale, con tipologia convenzionale oppure SDM. Manuale in lingua italiana, per apprendere ad usare EAGLE con facilità senza che vi sia richiesta una precedente esperienza. **Requisiti consigliati e installazione.** Il programma funziona in ambiente PC, si richiede Windows 95/98/2000 ME, un browser tipo Explorer nella versione 5 o superiore, se non possedete quest'ultimo potete installare Explorer per Windows presente nel CD-ROM.
CD-ROM **cod. 3270 - €25,49**

IL PLC
Nella gestione dei controlli e nell'automazione
G. Filella
Al volume è allegato un software, sviluppato in ambiente Windows, che trasforma il vostro PC in un PLC virtuale, per apprendere la logica Ladder attraverso l'animazione di alcuni automatismi. Nel testo vengono messi a confronto i PLC di più recente diffusione prodotti da Siemens, Omron e GE. I principi di funzionamento del PLC. Le memorie. I moduli di ingresso e di uscita. L'elaborazione di un programma all'interno del PLC. Le tecniche di programmazione e la Normativa IEC1131-3. Unità didattiche per la progettazione e schede guida.
Pagine 122 **cod. 3215 - €18,00**

SPESE DI SPEDIZIONE + CONTRASSEGNO € 2,70

VISITA IL NOSTRO NUOVO SITO INTERNET
www.sanditmarket.it

Oltre 1000 titoli

- ELETTRONICA
- ROBOTICA
- AUTOMAZIONE
- TELEFONIA
- STRUMENTI DI MISURA
- RADIOTECNICA
- TV - RADIORIPARAZIONI
- EQUIVALENZE- DATA BOOK
- HI-FI - AUDIO - VIDEO - ACUSTICA
- ENERGIA - ENERGIE ALTERNATIVE E RINNOVABILI
- FREQUENZE SEGNALI RADIOAMATORIALI
- ANTENNE TV E SAT
- CB - RADIOAMATORE - ANTENNE
- TELECOMUNICAZIONI
- FISICA - CHIMICA - OTTICA
- MECCANICA
- ILLUMINOTECNICA
- ELETTROTECNICA
- IMPIANTISTICA
- SICUREZZA - NORME
- FAI DA TE
- ENERGIE FREQUENZE COSMICHE
- FORMULARI
- DIZIONARI
- INFORMATICA
- ELETTROMAGNETISMO
- RADIO D'EPOCA E SURPLUS
- STORIA RADIO - TV - ELETTRONICA
- INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO
- METEO
- DIVULGATIVI SCIENTIFICI
- ESPERIMENTI SCIENTIFICI
- REFRIGERAZIONE TECNOLOGIE DEL FREDDO
- SCIENZIATI, INVENZIONI, INVENTORI
- SCIENZA PER RAGAZZI E NON
- ECO - SALUTE
- RADIONICA - RADIOESTESIA
- SCIENZA E FANTASCIENZA
- AUTOCAD DISEGNO
- NOVITA' ULTIMI ARRIVI
- FUORI CATALOGO E SCONTATI

SANDIT MARKET

Via Quarenghi, 42/c
24122 Bergamo
Tel. e Fax 035/321637
info@sandit.it
www.sanditmarket.it

E-mail: info@sandit.it - Internet: www.sanditmarket.it

INTRODUZIONE AI SISTEMI WIRELESS DIGITALI

prima parte

di Sandro Romagnoli
s.romagnoli@farelettronica.com

Da diversi anni stiamo assistendo ad una rapida diffusione della comunicazione senza fili (wireless) sia per quanto riguarda la voce, basti pensare alla telefonia cellulare, che i dati, con le tecnologie come Wi-Fi e Bluetooth. Questo nuovo modo di vivere la connettività è ormai entrato nella nostra vita di tutti i giorni, rendendoci sempre connessi agli altri ed alle fonti di informazioni ovunque noi siamo.
Lo scopo di questo articolo è di introdurre i principi di funzionamento e le diverse tecnologie che stanno alla base dei moderni sistemi di comunicazione radio.

La grande rivoluzione del wireless ha modificato le abitudini di vita di miliardi di persone in tutto il mondo, tuttavia con caratteristiche diverse da luogo a luogo. In Europa ad esempio, la massima espressione di connettività wireless si ha con la telefonia cellulare: si è partiti da una prima generazione di sistemi cellulari analogici (definita spesso 1G), per poi avere il boom vero è proprio con la tecnologia digitale GSM (2G). La diffusione del GSM è diventata così pervasiva da raggiungere nel giro di pochi anni una quasi totale saturazione del mercato basandosi principalmente sul traffico voce e sugli SMS.
A portare una nuova boccata di ossigeno nel mercato è stata poi la tecnologia GPRS (2.5G) che, apportando poche modifiche alla rete GSM, consente di usare i cellulari per scambiare dati i modo più efficiente, dando via libera a servizi che necessitano di una velocità di trasmissione dati più elevata, come la navigazione nei siti WAP e gli MMS (sono una estensione degli SMS che consente di inviare e ricevere anche files multimediali oltre al testo).
Il grande successo della tecnologia GSM/GPRS in Europa si può attribuire alla consuetudine di analizzare i nuovi standard di telecomunicazione attraverso dei comitati multinazionali, che hanno lo scopo di definire tute le caratteristiche degli apparati di telecomunicazione prima che le aziende comincino a produrli. Questa tendenza manca negli Stati Uniti, dove da sempre si privilegia l'iniziativa personale delle grandi aziende, in una logica nella quale è poi il mercato a scegliere il sistema migliore ed a farlo diventare uno standard de facto. Ciò ha portato alla convivenza di diversi sistemi cellulari incompatibili fra loro e quindi ad un risultato complessivamente meno efficiente di quello europeo.
Il paese più avanzato al mondo nella telefonia cellulare è sicuramente il Giappone che già da anni vede la diffusione di telefoni multimediali in grado di scattare fotografie, fenomeno che vediamo diffondersi in Europa solamente negli ultimi mesi.
D'altra parte gli Stati Uniti fanno la parte del leone per quanto riguarda la tecnologia di connessione wireless per i computer, infatti la modalità di connessione dei PC alla rete senza fili attraverso la tecnologia Wi-Fi, di cui si vede in figura 1 un esempio di alcune apparecchiature, è ampiamente diffusa negli uffici ed anche nei principali centri di aggregazione pubblici, come gli aeroporti, le stazioni dei treni ed i fast-food, dando la possibilità, a chiunque si trovi ad aspettare per un po' di tempo, di accendere il proprio PC portatile e di navigare in Internet o

Figura 1: *Apparecchiature di rete Wi-Fi*

leggere la posta elettronica stando seduto ad un tavolino bevendo un caffé.

Il Wi-Fi si sta diffondendo lentamente anche in Italia, sopratutto negli uffici, dove a volte è preferibile usare un sistema wireless rispetto a quello cablato perché risulta antieconomico posare i cavi di collegamento e nei principali aeroporti.
Un'altra tecnologia di grande diffusione è il Bluetooth, che viene trainato dal mercato dei telefoni cellulari di fascia medio alta, nei quali viene impiegato per gli auricolari senza fili e per lo scambio di dati fra il cellulare stesso ed il PC, utilizzando sul computer un apparecchio del tipo mostrato in figura 2.

Il prossimo contendente atteso nella arena è l'UMTS, la terza generazione di telefonia cellulare (3G) che promette una velocità nello scambio dati così elevata da rivoluzionare il mercato, ma alcuni analisti sostengono che l'UMTS nasca già vecchio e verrà oscurato dalla diffusione del Wi-Fi.
Sembra dunque, che nei prossimi anni il mondo delle comunicazioni wireless si faccia sempre più interessante e staremo a vedere chi avrà avuto ragione.
Questo articolo si propone di introdurre le tecniche che stano alla base di tutti i moderni sistemi di comunicazione wireless, che poi verranno analizzati singolarmente più in dettaglio negli articoli seguenti; in particolare si parlerà di Wi-Fi, Bluetooth, GSM/GPRS/UMTS ed infine delle tecnologie emergenti che sono ancora allo stato embrionale, ma che potrebbero avere successo negli anni futuri.

Figura 2: *Interfaccia Bluetooth USB per PC*

INTRODUZIONE AI SISTEMI DIGITALI WIRELESS

Il fondamento teorico su cui si basano le trasmissioni radio è costituito dal campo elettromagnetico: si tratta di una proprietà dello spazio che si trova intorno a noi che non è visibile, ma è misurabile attraverso opportuni strumenti ed il cui comportamento si può descrivere mediante complesse formule matematiche. Come tutti sappiamo, per trasmettere informazioni mediante il campo elettromagnetico si usano delle antenne: l'antenna di trasmissione è generalmente fatta di materiale conduttore che viene fatto percorrere da una corrente, questo causa una perturbazione del campo elettromagnetico nelle vicinanze dell'antenna e questa perturbazione si propaga come un'onda ad alta velocità (la velocità nel vuoto è pari a quella della luce di 300000km/s) e va ad alterare le proprietà del campo magnetico a grande distanza dall'antenna trasmittente. Se immergiamo l'antenna ricevente nel campo elettromagnetico alterato dalla quella trasmittente, avremo che la seconda antenna diverrà sede di correnti che seguono l'andamento temporale di quelle iniziali, ottenendo così la trasmissione di informazioni. E' sicuramente difficile riuscire ad immaginare come tutto questo avvenga, in quanto si tratta di un fenomeno invisibile, ma credo che un esempio possa aiutarne la comprensione: si pensi ad un laghetto con la superficie dell'acqua liscia, gettando un sasso nel centro del lago avremo perturbato la quiete della superficie in un piccolo punto, ma immediatamente la perturbazione comincia a propagarsi mediante delle onde circolari fino a raggiungere i bordi del lago. Mettendo un galleggiante a distanza dal centro del lago, vedremo che questo comincerà a muoversi su e giù quando verrà investito dall'onda, rivelando la "trasmissione dell'informazione". Si può vedere il sasso come l'antenna trasmittente ed il galleggiante come l'antenna ricevente, ma la grande differenza è che nel caso del campo elettromagnetico, le onde non si propagano solamente su una superficie ma in tutto lo spazio tridimensionale.

Dominio del tempo e della frequenza

Lo strumento più utilizzato dai progettisti elettronici è sicuramente l'oscilloscopio, che consente di visualizzare l'andamento temporale di un qualsiasi segnale ed a tutti sono note le forme d'onda più comuni: onda quadra, sinusoide, dente di sega, eccetera, tuttavia, quando si tratta di circuiti senza fili, diventa molto più importante l'analisi dei segnali nel dominio della frequenza che viene effettuata mediante strumenti chiamati analizzatori di spettro. Dalla teoria matematica si sa infatti che tutti i segnali che hanno utilizzo pratico nell'elettronica possono essere visti come la sovrapposizione di sinusoidi aventi frequenza e fase opportuna, quindi, dato un segnale, il suo spettro di frequenza ci dice quali sono le frequenze delle sinusoidi che lo compongono. Analizzando un segnale con un analizzatore di spettro, si ha sull'asse orizzontale la frequenza e su quello verticale la potenza assegnata ad ogni frequenza (generalmente espressa in decibel dBm). In figura 3 si può vedere lo spettro di frequenza per una sinusoide: in questo caso

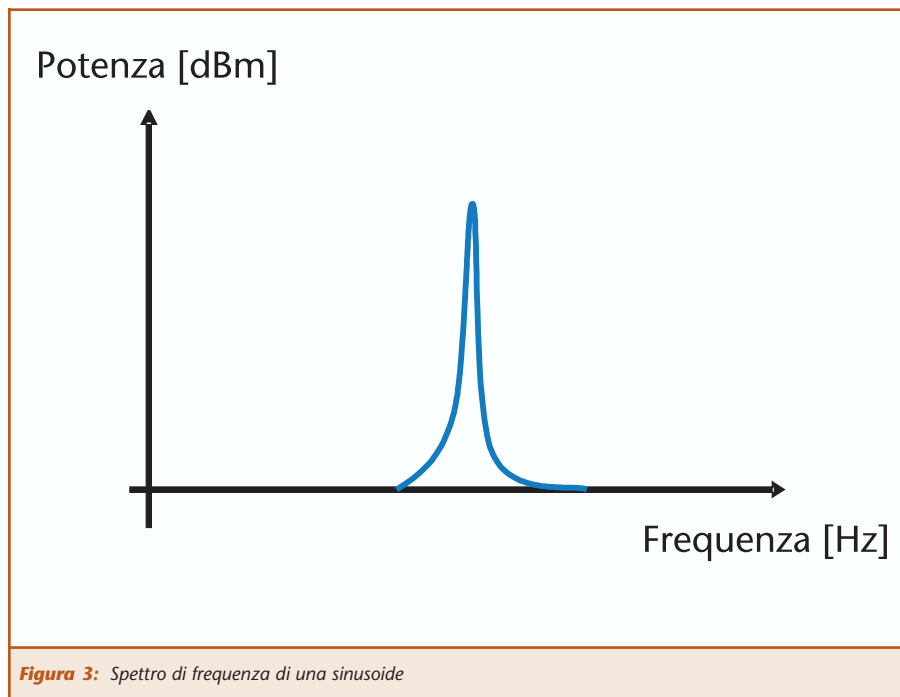



Figura 3: *Spettro di frequenza di una sinusoide*

è rappresentato da una "campana" centrata sulla frequenza della sinusoide stessa (più la sinusoide è pura, minore è la larghezza in frequenza della campana), ma in generale un segnale più complesso sarò rappresentato da un elevato numero di componenti a diverse frequenze.

Dal punto di vista pratico si può concludere che più un segnale varia rapidamente nel dominio del tempo, più alte saranno le componenti in frequenza che ne caratterizzano lo spettro.

Le normative che regolano le comunicazioni radio

Il termine frequenza è conosciuto da tutti, basti pensare a quando cerchiamo di sintonizzare la radio su di un opportuno canale, ed è la risorsa più preziosa quando si parla di comunicazioni wireless. Infatti la radio è utilizzata per un numero elevatissimo di applicazioni, dalla diffusione di programmi radio-televisivi, alla telefonia cellulare, ai radar, ai telecomandi apricancello, eccetera. Ecco dunque che è necessaria una ferrea disciplina nell'utilizzo dello spettro radio per far si che le diverse applicazioni non interferiscano l'una con l'altra. Questa regolamentazione si ottiene mediante la suddivisione dello spettro delle frequenze disponibili in bande e sottobande che sono gestite direttamente dagli enti governativi (si pensi alla banda 88 – 107MHz riservata alla radiodiffusione FM), questo è il motivo per cui per l'utilizzo di alcune frequenze è obbligatorio chiedere una concessione (si pensi all'ultima asta per le frequenze dei cellulari UMTS). Ecco quindi che quando si progetta un sistema radio che lavori in una certa banda, bisogna rispettare regole precise per non andare a "sporcare" le frequenze delle bande vicine e non eccedere nella potenza trasmessa. Di fianco alle bande di frequenza che gli enti statali hanno riservato per particolari applicazioni, esistono bande "libere" riservate alle applicazioni Industriali, Mediche e Scientifiche (in gergo bande ISM) che vengono usate nelle più disparate maniere, si pensi solo che la tecnologia Wi-Fi e Bluetooth convivono negli stessi 80MHz della banda ISM che sta a 2.4GHz, vicino alla frequenza a cui lavorano anche i forni a microonde.

Ma come è possibile che tanti sistemi diversi possano convivere nella medesima banda di frequenza?

Un fatto fondamentale è che questi dispositivi sono obbligati dalla legge a trasmettere con una potenza "bassa" che può arrivare al centinaio di milliwatt e quindi fanno sentire la loro influenza solamente in un raggio di poche centinaia di metri e poi si usano dei protocolli intelligenti di utilizzo della banda che cercano di essere più possibile immuni ai disturbi irradiati dai dispositivi vicini.

Tecniche di modulazione

Abbiamo visto che per effettuare un collegamento radio è molto importante la banda di frequenza in cui si lavora, ma come si fa a convogliare le informazioni in un opportuno canale? Si parte da una sinusoide, generata normalmente mediante un sintetizzatore a **Phase Locked Loop** (PLL): si tratta di una categoria di circuiti utilizzati ampiamente nei moderni sistemi di telecomunicazione che, partendo da un riferimento di frequenza molto preciso, ad esempio un oscillatore quarzato che consente di ottenere una precisione sulla frequenza di poche decine di parti per milione, consentono di moltiplicare opportunamente la frequenza del quarzo fino ad ottenere la sinusoide di frequenza cercata. La sinusoide di partenza viene chiamata Portante e su di essa si applica il meccanismo di modulazione che consente di trasportare le informazioni. La modulazione consente nel modificare uno o più parametri della sinusoide portante in corrispondenza valori assunti dal segnale che vogliamo trasmettere che viene definito modulante. Nel caso di trasmissione di segnali digitali, l'esempio più semplice di segnale modulante è rappresentato da un'onda quadra, in cui i due possibili valori di

tensione rappresentano i bit 1 e 0. A seconda del parametro della portante che andiamo a modulare si hanno i diversi tipi di modulazione:

- **Modulazione di ampiezza**: l'ampiezza della portante viene aumentata o diminuita in corrispondenza degli uni e degli zeri del segnale modulante. Questa tecnica che è indubbiamente la più semplice da mettere in pratica è soggetta ad alcune limitazioni intrinseche, infatti è necessario un amplificatore di potenza RF nel trasmettitore sufficientemente lineare da non introdurre delle distorsioni sulla ampiezza del segnale che potrebbero andare a distorcere il contenuto informativo. Inoltre l'onda elettromagnetica modulata in ampiezza è molto prona ai disturbi che può incontrare durante la propagazione nello spazio e che possono modificarne le caratteristiche.
- **Modulazione di frequenza**: l'informazione è associata alla frequenza della portante che viene aumentata o diminuita seguendo l'andamento del segnale modulante. A differenza del segnale modulato in ampiezza scendono le caratteristiche di linearità richieste all'amplificatore di potenza, infatti si può avere una distorsione di ampiezza senza che si abbia una perdita nei dati.
- **Modulazione di fase**: il segnale modulante va a modificare la fase della portante, valgono i discorsi fatti per la modulazione di frequenza.

In figura 4 si vede lo spettro di una portante modulata.

Per la loro maggiore affidabilità, i moderni sistemi di comunicazione digitale adottano normalmente gli ultimi due tipi di modulazione, ma non utilizzano segnali modulanti in forma di onda quadra per ragioni di efficienza spettrale. L'efficienza spettrale ci dà una misura di come un sistema di trasmissione riesce a sfruttare la banda radio che ha a disposizione, infatti abbiamo visto in precedenza che la banda radio è una risorsa limitata, mentre le applicazioni multimediali che sempre di più si diffondono (si pensi all'invio di filmati in tempo reale) hanno bisogno di una sempre maggiore velocità di trasmissione dei bit. Visto che la banda a disposizione rimane la stessa, ad esempio gli 80MHz della banda ISM a 2.4GHz, come si fa a costruire sistemi che trasmettano informazioni sempre più velocemente? Per trasmettere un segnale digitale in forma di onda quadra con una velocità di 100kbit/s serve una banda radio maggiore di 200kHz, ma gli studi fatti negli anni passati per l'incremento della efficienza spettrale hanno portato alla definizione di forme d'onda diverse dall'onda quadra che consentono di trasmettere gli stessi 100kbit/s con una banda radio minore (normalmente l'onda quadra viene filtrata prima di essere inviata al modulatore, ottenendo un segnale con variazioni meno brusche; questo è quello che avviene anche nel GSM nel quale si utilizza un filtro gaussiano); un altro sistema molto importante è l'utilizzo di codifiche multilivello che consentono di trasmettere più di un bit alla volta.
Nell'esempio riportato in tabella si usa una codifica a 2 livelli (trasmissione di 2 bit per simbolo) che si va a concretizzare in 4 possibili frequenze del segnale RF in uscita.

Figura 4: *Portante modulata*

Esempio di codifica multilivello con 2 bit per simbolo	
Possibili combinazioni di 2 bit	Variazione alla frequenza f0 della portante
00	f0 + Df
01	f0 + 2 Df
10	f0 – Df
11	f0 – 2 Df

Una codifica multilivello consente di aumentare notevolmente l'efficienza spettrale (nel caso visto riesco praticamente a raddoppiare la velocità di trasmissione a parità di banda RF occupata) ma va a complicare notevolmente il circuito ricevitore, che si trova ad operare con margini di immunità ridotti (cioè è molto più probabile che il ricevitore interpreti in modo errato un simbolo ricevuto

perché i simboli si "assomigliano" di più tra loro).
Il segnale, opportunamente modulato, passa per diversi blocchi circuitali fino ad arrivare all'antenna, mediante la quale viene irradiato e incomincia a propagarsi sotto forma di onda elettromagnetica, finché incontra l'antenna ricevente e gli opportuni circuiti del ricevitore fino ad arrivare al demodulatore, nel quale viene estratto il segnale modulante, che dovrebbe essere in teoria uguale al segnale partito dal trasmettitore. In realtà, l'onda elettromagnetica tende naturalmente ad attenuarsi man mano che si propaga (la potenza cala con il quadrato della distanza), e l'onda può essere soggetta a disturbi atmosferici (come la pioggia) o a riflessioni e questo può far si che la sequenza di bit ricevuta dal ricevitore differisca da quella trasmessa. Per ovviare a questi fenomeni si ricorre a particolari tecniche di codifica ridondanti dei dati che consentano di capire al ricevitore se il dato ricevuto è corretto o no ed eventualmente di correggerlo: ciò si mette in pratica trasmettendo un numero di bit superiore a quelli contenuti nell'informazione da inviare ed il ricevitore va ad analizzare questi bit di controllo per capire se l'informazione è integra o meno (si tratta di una evoluzione del concetto di bit di parità che si utilizza nella comunicazione seriale).

Comunicazioni radio a spettro espanso

Abbiamo già parlato di come le bande ISM ed in particolare quella allocata a 2.4GHz siano quelle più utilizzate per la trasmissione wireless di dati ed in particolare dalle tecnologie Wi-Fi e Bluetooth che sono quelle più affermate. Il problema è: come rendere sicuri ed affidabili i collegamenti radio in una banda di frequenza che è considerata libera ed in cui tutti teoricamente potrebbero trasmettere? La risposta sta nell'utilizzo di tecniche a spettro espanso (in inglese Spread Spectrum SS), il cui scopo principale è di ridurre al minimo l'incidenza dei disturbi. Queste tecniche sono nate in ambito militare, nel quale l'affidabilità di un collegamento radio deve essere garantita anche in battaglia, quando il nemico mette in opera delle contromisure che consistono sia nel disturbare i collegamenti dell'avversario che nell'intercettarle. Gli ingegneri hanno quindi dovuto risolvere entrambi i problemi e si sono alla fine evidenziate due diverse modalità:

- **Frequency Hopping Spread Spectrum** (FHSS): frequency hopping significa salto di frequenza ed è effettivamente quello che succede in questa tecnica usata nel Bluetooth. Si divide la banda disponibile in diverse sottobande più strette che non si sovrappongono fra loro e di queste sottobande o canali ne viene utilizzata solamente una per volta. Il trasmettitore comincia ad inviare dati sul canale 5, poi dopo pochi millisecondi passa sul canale 7, poi sul 43, poi sul 65 e così via, seguendo un ordine pseudo-casuale. È evidente che il problema tecnico più complesso da risolvere in questa tecnica sia la sincronizzazione fra il trasmettitore ed il ricevitore, infatti entrambi devono condividere un "orologio" comune che gli consenta di effettuare i salti di frequenza insieme, pena la perdita della comunicazione ed inoltre devono essere entrambi a conoscenza della sequenza dei canali seguita nei vari salti. Una elevata complessità risiede in oltre nei circuiti radio di sintesi della frequenza e di ricezione che devono essere in grado di agganciarsi su una nuova frequenza in tempi molto brevi. Il sistema FHSS rende difficile l'intercettazione delle informazioni, in quanto un "malintenzionato" che volesse tracciare i dati scambiati non saprebbe la sequenza dei salti di frequenza e quindi riuscirebbe ad ottenere solamente piccoli frammenti di dati, ma non tutta la sequenza. Il sistema è anche robusto nei confronti dei disturbi a banda stretta perché se uno o più dei canali fosse disturbato, il sistema potrebbe continuare a lavorare con i canali restanti subendo solamente una diminuzione della velocità di trasferimento dei bit.

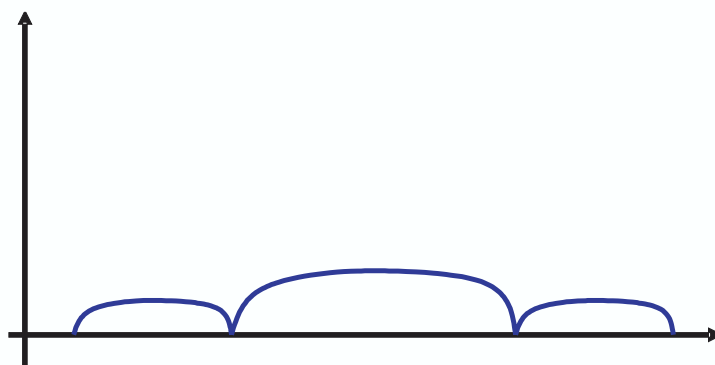



Figura 5: Spettro espanso DSSS

- **Direct Sequence Spread Spectrum** (DSSS): viene usata nel Wi-Fi e si tratta di una modalità concettualmente molto più complessa della prima ma che si basa anch'essa nella generazione di sequenze di numeri pseudocasuali.

Consideriamo ad esempio un sistema di comunicazione digitale in cui sorgente e destinazione si scambiano dei messaggi ad una velocità i 100kbit/s. Il trasmettitore genera una sequenza pseudocasuale di 10 bit (attraverso un algoritmo che garantisca che le sequenze generate abbiano elevate caratteristiche di una proprietà matematica che si chiama autocorrelazione) e la applica ad ogni bit del flusso che deve trasmettere: se il bit sorgente è un uno la sequenza pseudocasuale rimane così com'è, se è uno zero viene negata. Effettuata questa codifica, il flusso di dati non viaggia più a 100kbit/s, ma siccome per rappresentare un bit ora ne usiamo 10, abbiamo un flusso di bit a 1000kbit/s, cioè 1Mbit/s. Che cosa succede allo spettro di frequenza del segnale trasmesso in antenna? Considerando lo spettro di figura 4, quello che succede è che tutta la forma d'onda si schiaccia, aumentando la banda di frequenza occupata e diminuendo la potenza associata ad ogni singola riga dello spettro (vedi figura 5). Questo effetto di schiacciamento ed allargamento dello spettro di frequenza (spreading) aumenta all'aumentare del numero di bit pseudocasuali che utilizziamo per la codifica (chip rate) fino ad arrivare il punto in cui il segnale utile si confonde con la potenza di rumore sempre presente nel canale radio. Da qui si capisce la grande potenza di questo metodo nei confronti dei "malintenzionati" che faticano a capire se e dove è in corso una trasmissione radio e la immunità rispetto ai disturbi a banda stretta, che risultano praticamente trascurabili rispetto allo spettro espanso del segnale utile. Il segnale arriva al ricevitore, che conosce le sequenze pseudocasuali utilizzate per la codifica e continua a moltiplicare i bit ricevuti a 1Mbit/s per queste sequenze ed a integrare il risultato. Poiché le sequenze pseudocasuali sono generate opportunamente, il ricevitore ottiene dei massimi in corrispondenza delle

sequenze inviate e riesce a ricostruire la sequenza di bit a 100kbit/s contenente i dati.

Queste tecniche sono molto complesse e per questo sono rimaste per lungo tempo utilizzate solamente in ambito militare ed in particolare la DSSS richiede dei sistemi di calcolo molto potenti per poter gestire dei flussi di dati che oggi arrivano a superare anche i 100Mbit/s. Infatti i sistemi wireless hanno cominciato ad avere prezzi accettabili e quindi a diffondersi a seguito dello sviluppo della tecnologia dei circuiti integrati, che oggi consente di implementare un ricetrasmetitore DSSS a 2.4GHz con solamente un paio di microchip del costo di pochi dollari.

Tecniche di accesso al canale

Quando un sistema di comunicazione wireless è costituito da molti nodi ricetrasmittenti che vogliono scambiarsi dati fra loro operando nella medesima banda di frequenza nasce il problema della gestione dell'accesso al canale condiviso.

Supponiamo che due o più nodi abbiano dei dati da trasmettere: se trasmettono contemporaneamente si ha che il segnale finale è il risultato della sovrapposizione di tutte le trasmissioni e non è più intelligibile per i ricevitori. Risulta quindi indispensabile disciplinare l'accesso al canale radio condiviso mediante dei protocolli rispettati da tutti i nodi tesi ad eliminare o quantomeno a ridurre il più possibile le collisioni.

Gli approcci più comuni al problema sono:

- **Divisione di frequenza**: si divide la banda disponibile in canali e si assegna un canale ad ogni coppia trasmettitore-ricevitore.
- **Divisione di tempo**: tutti i nodi sono sincronizzati fra loro ed il tempo è diviso in intervalli di lunghezza fissa. Ogni nodo può trasmettere solamente nell'intervallo di tempo a lui dedicato.
- **Polling**: un nodo ha la funzione di supervisore (Master) ed interroga a turno tutti gli altri nodi (Slave) dandogli la facoltà di trasmettere a loro volta.
- **Divisione di codice**: il principio è quello spiegato precedentemente nella tecnica DSSS. Più nodi possono comunicare nello stesso spazio, indipendentemente gli uni dagli altri, utilizzando diverse sequenze pseudocasuali di chipping.
- **Carrier Sensing** (rilevamento della portante): ogni nodo prima di trasmettere verifica che il canale sia effettivamente libero, cioè verifica se è presente una portante, e solo se lo è trasmette, altrimenti aspetta la fine della trasmissione in corso e poi riprova. Chiaramente questo approccio non può evitare la collisione nel caso che due nodi, dopo aver sentito il canale radio libero, inizino a trasmettere insieme, ma prevede degli algoritmi in grado di ripristinare il sistema dopo la collisione.

Nei sistemi radio più complessi, nei quali è richiesta la gestione di un numero elevato di nodi, vengono applicati contemporaneamente più metodi di accesso al canale; questo è il caso del GSM, in cui la comunicazione avviene fra il terminale por-

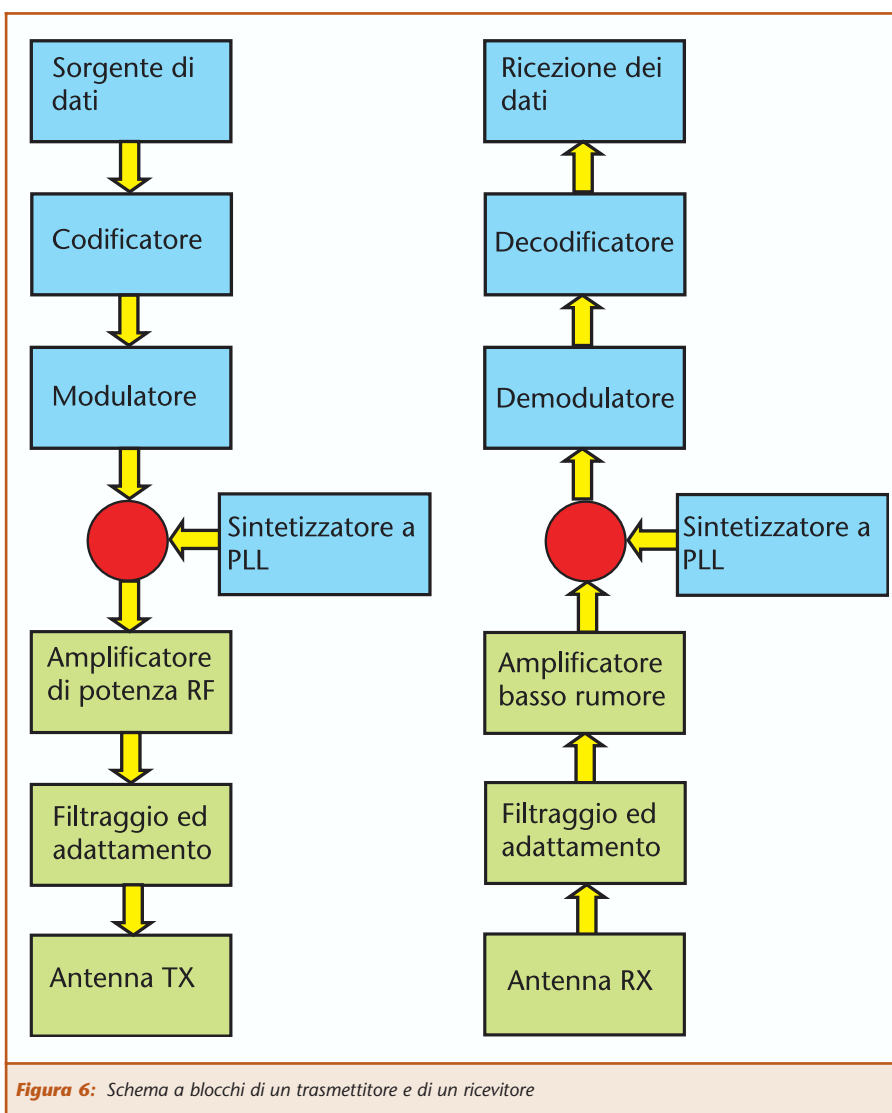



Figura 6: *Schema a blocchi di un trasmettitore e di un ricevitore*

tatile e la stazione base: ad ogni terminale vengono associate due frequenze (per la comunicazione da e verso il telefono) in una logica a divisione di frequenza ed inoltre un intervallo di tempo sugli otto disponibili. In questo modo è possibile aumentare il numero di cellulari collegati alla stessa stazione base rispetto al caso di utilizzo di una sola tecnica di accesso al canale.

Schema a blocchi di un apparato ricetrasmittente digitale
Come abbiamo visto nei paragrafi precedenti esistono tantissime varianti possibili nella implementazione di un sistema di trasmissione dati wireless digitale, ma è comunque possibile delineare uno schema a blocchi semplificato che consenta di descrivere i componenti principali, come in figura 6.

Nei sistemi moderni, la maggior parte delle elaborazioni viene effettuata in modo digitale, operando cioè su segnali campionati e poi tradotti in sequenze di bit, grazie a microprocessori molto potenti che riescono ad elaborare i dati in tempo reale. In figura 6 sono rappresentati in verde i blocchi che lavorano ad alta frequenza ed in azzurro quelli che lavorano in digitale in bassa frequenza. E' stata scelta una architettura a conversione diretta, che cioè prevede un unico stadio di conversione in frequenza (dal basso all'alto per il trasmettitore a sinistra e dall'alto al basso per il ricevitore a destra) che si sta affermando in molte soluzioni commerciali sotto forma di circuiti integrati, in quanto risulta più economica di quella a doppia conversione di frequenza, in quanto richiede l'impiego di un minore numero di componenti RF (la soluzione più tradizionale prevede due conversioni di frequenza, da banda base a frequenza intermedia e poi da frequenza intermedia ad alta frequenza).
Ora vedremo in breve la funzione dei singoli blocchi.

Trasmettitore:
- *Sorgente di dati*: rappresenta l'ente che genera il flusso di bit da trasmettere, potrebbe essere ad esempio la voce digitalizzata di un telefono cellulare.
- *Codificatore*: questo blocco prende in ingresso un flusso di bit qualunque ed ha il compito di codificarlo in modo opportuno per ottenere effetti positivi nel bilancio del collegamento, dall'aumento dell'efficienza spettrale alla introduzione di bit di controllo. In uscita dà un flusso di bit adatto ad essere trasmesso lungo un canale radio.
- *Modulatore*: applica la modulazione scelta che può cambiare a seconda dell'applicazione. E' in genere una modulazione di frequenza o di fase.
- *Sintetizzatore a PLL*: genera la frequenza RF a cui il nostro segnale dovrà uscire in antenna.
- *Conversione in frequenza in alto*: il segnale modulato e il segnale a radiofrequenza entrano in un mixer che serve a spostare in alto tutto il segnale utile.
  In uscita abbiamo un segnale che ha lo spettro uguale al segnale modulato ma è centrato sulla frequenza RF.
- *Amplificatore di potenza RF*: prende in ingresso il segnale modulato e lo amplifica per consentire una maggiore portata radio.
- *Filtraggio ed adattamento*: in questo blocco sono presenti dei filtri che servono a trasmettere solamente nella banda di interesse e vanno ad eliminare le eventuali componenti spurie presenti fuori banda, inoltre fanno in modo di trasferire la massima potenza all'antenna.
- *Antenna di trasmissione*: può essere di diversi tipi, a seconda dell'applicazione e della frequenza di lavoro.

Ricevitore:
- *Antenna di ricezione*: vale lo stesso discorso dell'antenna di trasmissione.
- *Filtraggio ed adattamento*: sono presenti filtri che servono a selezionare solamente i segnali presenti nella banda di interesse, per evitare che i blocchi a valle vengano saturati da forti segnali fuori banda e limitare la potenza di rumore ricevuta.
- *Amplificatore a basso rumore*: amplifica il segnale ricevuto ed è molto importante che abbia una cifra di rumore bassa in quanto può avere in ingresso segnali molto deboli, dall'ampiezza di pochi microvolt.
- *Conversione di frequenza in basso*: mediante un mixer il segnale RF viene riconvertito in banda base sempre utilizzando un oscillatore locale realizzato a PLL.
- *Demodulatore*: estrae il flusso di simboli.
- *Decodificatore*: ricostruisce il flusso di bit originario e verifica che non ci siano errori.
- *Ricezione dei dati*: è l'entità che riceve il flusso di bit.

CONCLUSIONI
Abbiamo analizzato le caratteristiche principali che contraddistinguono i moderni sistemi di comunicazione digitale senza fili.
L'argomento è molto complesso ed in questa semplice introduzione si è cercato di dare solamente un'idea e suscitare interesse nei riguardi delle diverse tecnologie che stanno dietro ai sofisticati dispositivi che usiamo tutti i giorni. Nella prossima puntata analizzeremo più in dettaglio il funzionamento della tecnologia Wi-Fi, soffermandoci sui suoi principali utilizzi.

IL SUMO ROBOTICO

di Raffaello Bonghi
vegekou@fastwebnet.it

In Italia lo "sport robotico" più conosciuto, nel mondo il più seguito… è ora di dare una spiegazione a questa competizione partendo direttamente dalla sua storia, Quest'articolo partirà dalle origine del MiniSumo fino ad arrivare ai giorni nostri con i nostri simpaticissimi robottini.

Il sumo robotico è una competizione organizzata dalle scuole, nella quale robot costruiti da ragazzi, professori, hobbisti e da chi ha tanta voglia di divertirsi si sfidano in un campo rotondo chiamato "Dohyo", come i campi dei lottatori "umani". A differenza del vero sumo però, il compito di allenarsi per tutta la vita, non sarà dei robottini, ma dei loro costruttori ed inventori.
Questa competizione rispecchia il regolamento tradizionale delle gare di sumo. La sfida tra i robot si svolge infatti nel Dohyo. Il Dohyo era un particolare campo dalla forma circolare costruito con paglia e sabbia; all'interno del ring c'erano scudi, armi ed oggetti preziosi degli antichi samurai. Le gare di sumo avevano infatti una grande importanza religiosa.
Le competizioni robotiche hanno abbandonato la valenza religiosa delle gare originali, in compenso hanno adottato nuove caratteristiche che rendono questo "sport" più emozionante e divertente.
Nelle gare "umane" i lottatori conducevano una vita particolare. Essi provenivano principalmente da zone rurali e venivano selezionati quando erano ancora adolescenti. Se la famiglia del ragazzo fosse stata d'accordo, un "**oyakata**" (maestro), avrebbe "adottato" il ragazzo in qualità di apprendista, e gli avrebbe trasmesso la sua esperienza nell'arte del sumo fino a portarlo al suo stesso livello. L'oyakata, che era stato a sua volta un lottatore, gestiva una delle 49 **heya** (scuole) e si occupava di un numero di lottatori che andava da una mezza dozzina a 30 o più.
I giovani si allenavano e risiedevano, come succede ancora oggi, all'interno della scuola, dove mangiavano e dormivano; ricevevano inoltre una piccola somma di denaro.
Gli allievi di una stessa scuola non gareggiavano mai l'uno contro l'altro nei tornei.

Figura 1: *Lottatori di Sumo*

La vita di un apprendista di sumo era impegnativa e perfino i giovani più promettenti impiegavano 5 anni e più per arrivare ai gradi più elevati e cominciare a ricevere un salario come "**sekitori**" (professionisti). Tra più di 900 lottatori che erano stati allievi di una scuola, non più di 66 riuscivano a diventare sekitori. Tra coloro che raggiungevano le categorie più alte, alcuni si sposavano e vivevano fuori dalla scuola; per la maggior parte di loro, invece, la scuola restava l'unica casa per tutta la durata della loro carriera di sekitori. Molti lottatori si dovevano ritirare a causa di malattie o ferite e raramente un lottatore gareggiava dopo aver oltrepassato la trentina d'anni.

La maggior parte delle scuole di sumo si trovavano nella parte orientale di Tokyo. La vita dei lottatori di grado più basso era rigorosa. Si alzavano alle quattro o alle cinque del mattino, si cingevano con il loro **mawashi**, uno speciale perizoma con cintura ricavato da un lungo nastro nero, e cominciavano l'allenamento (**keiko**).
I lottatori di grado più basso erano anche obbligati a fare commissioni per i lottatori di grado più alto. Questi ultimi avevano il privilegio di poter dormire più a lungo.

Categoria	Lunghezza	Larghezza	Altezza	Peso max	Diametro ring
3KG (Giapponese)	20 cm	20 cm	Senza limite di altezza	3 kg	154 cm
Minisumo	10 cm	10 cm	Senza limite di altezza	500 g	77 cm
Microsumo	5 cm	5 cm	5 cm	100 g	38,5 cm
Nanosumo	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm	N.D.	19,25 cm
Pesi leggeri	20 cm	20 cm	Senza limite di altezza	1 kg	154 cm
Pesi medi	20 cm	20 cm	Senza limite di altezza	1,5 kg	154 cm
Lego	20 cm	20 cm	Senza limite di altezza	3 kg	77 cm

Tabella 1: *Categorie dei robot*

Il keiko era caratterizzato da 3 esercizi tradizionali: **shiko**, **teppo** e **matawari**. Durante lo shiko il lottatore sollevava le gambe alternativamente, più in alto possibile. Durante il teppo, i lottatori, con i palmi delle mani aperte, colpivano di continuo un pilastro di legno. Il matawari è un esercizio in cui, da seduti, si allargavano le gambe il più possibile.
La sessione giornaliera di keiko terminava intorno a mezzogiorno, poi i lottatori consumavano un pranzo a base di uno speciale stufato (**chanko-nabe**: uno stufato molto calorico contenente vari tipi di carne e verdure), condimenti, sottaceti e parecchie ciotole di riso; il tutto spesso accompagnato da 1 o 2 bottiglie di birra. (L'appetito dei lottatori era leggendario).
Nelle ore successive a questo pasto abbondante di solito i lottatori dormivano. Le grandi quantità di cibo unite ad un immediato riposo facilitavano infatti l'aumento di peso. Con gli esercizi, il regime alimentare ed il sonno alcuni lottatori potevano arrivare a pesare più di 150 chilogrammi; qualcuno poteva anche raggiungere o superare i 200 chilogrammi.
Dopo questo antefatto storico possiamo riprendere l'argomento delle competizioni robotiche.
Per nostra fortuna i robot ed i loro costruttori non devono seguire un regime di vita rigoroso come quello dei lottatori. Per poter partecipare alle gare che si tengono nelle scuole devono però essere costruiti secondo uno specifico regolamento.
Il robot deve rispettare un regolamento molto preciso, così come ben definita è anche la struttura del ring all'interno del quale dovranno scontrarsi.
I robot vengono divisi in diverse categorie in base al loro peso ed alla loro forma, secondo lo schema riportato nella tabella 1.

Il ring, che per fortuna non viene realizzato in paglia, deve essere di forma rotonda ed ha una grandezza differente a seconda della categoria cui i robot appartengono.

Per il campo da minisumo, ad esempio, il diametro deve essere di 77 centimetri, con un bordo bianco di 1,5 centimetri. Al centro del ring vengono disegnate due linee marroni dal nome "Shikiri-Sen" (vedi figura 2). Le Shikiri-sen individuano le posizioni di partenza dei robot.

PARLIAMO ADESSO DEI "ROBOTTINI"

Come vedono il ring?

Per riconoscere il ring i robot utilizzano in genere degli emettitori e ricevitori infrarossi. Gli emettitori infrarossi producono una luce invisibile per l'occhio umano, che server però al robot per riconoscere il colore del terreno: individuando il colore nero il robot saprà di essere all'interno del ring, mentre riconoscendo il bianco capirà di trovarsi al limite del campo; potrà quindi adottare

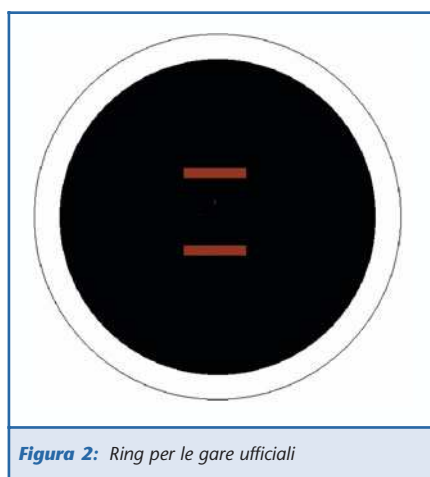



Figura 2: *Ring per le gare ufficiali*

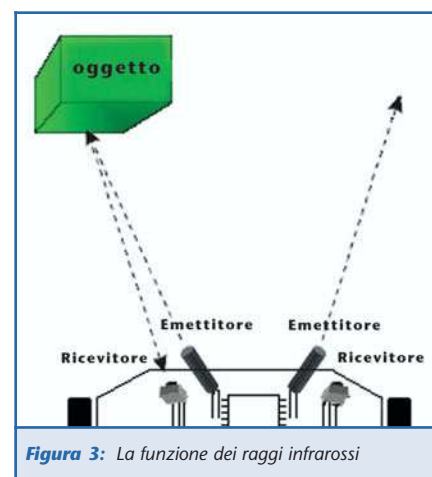



Figura 3: *La funzione dei raggi infrarossi*

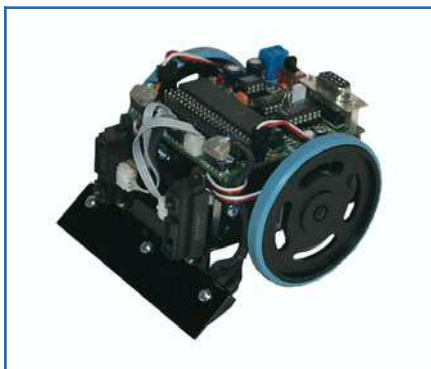



Figura 4: Robot commerciale con PIC

Figura 5: Robot commerciale BEAM

una strategia di difesa per evitare l'avversario e salvarsi.

Come riconoscono l'avversario?
Considerandone il basso costo, i più adottano la tecnologia ad infrarossi anche per il riconoscimento dell'avversario. In questo caso vengono però utilizzati anche sensori sonar, come quelli dei sommergibili, o perfino telecamere. Tutti questi dispositivi, consentono di riconoscere l'avversario ed avvertire il cervello del robottino che potrà decidere di rispondere all'attacco oppure prepararsi alla fuga.
Per costruire questi robot non è necessaria una particolare esperienza in elettronica; su internet si possono trovare infatti molti robot precostruiti, così come alcuni schemi di costruzione abbastanza facili.

Che tecnologia adottano?
I robot da sumo utilizzano due tipi differenti di logica costruttiva:

- **Robot con microcontrollore**
  La prima categoria utilizza un microcontrollore (PIC) capace di eseguire le istruzioni di un programma ed in grado di ricevere segnali da sensori ambientali. Un robot con microcontrollore reagisce agli ordini eseguendo le istruzione predefinite.
- **Robot B.E.A.M.**
  Per quanto riguarda la seconda categoria, il nome B.E.A.M. è l'acronimo di **B**iology – **E**lectronics – **A**esthetics – **M**echanics, che letteralmente sta per: Biologia, Elettronica, Estetica e Meccanica.
  La cosa importante di questi robot, è che funzionano senza un microntrollore: sia l'elettronica che la meccanica vengono gestite non attraverso un programma, ma sfruttando un insieme di circuiti e di regole di retroazione positiva o negativa. I circuiti di un robot B.E.A.M sono costituiti da diodi e vengono chiamati dagli appassionati "rete neurale".
  Mark Tilden è l'inventore di questa tecnica robotica che per lui è un'autentica filosofia di vita.

CONCLUDENDO

Le gare di sumo robotica richiamano molti ragazzi e molti hobbisti, professori e professionisti che partecipano con i loro robot. La categoria scelta dalla maggior parte degli appassionati italiani è quella del "minisumo", per la misura ridotta dei robot e la facile reperibilità dei componenti.

Per maggiori Informazioni visitate www.minisumo.net, il sito ufficiale delle gare in Italia di robotica.

Figura 6: Premazione dei robot

Bibliografia

- www.minisumo.net - Il sito ufficiale delle gare di robotica in Italia.
- www.competirobot.it - Sito di Illonghi su robotwars e sulle gare di robotica generale.
- www.junun.org - Un negozio online di robot da minisumo dove è in vendita il famoso MARKIII.
- www.solarbotics.com - Negozio online di robot Beam tra cui il conosciuto SUMOVORE.

MINISUMO CINGOLATO

di Marco Fabbri
marnic@roboitalia.com

Non vi prometto che vincerete tutte le gare, però avrete un robot da Minisumo bello e invidiato ma, cosa davvero importante, costa poco!

Con gli amici di Roboitalia.com ci ritroviamo alle varie manifestazioni "robotiche" e la gara dei minisumo è ormai un classico molto seguito e intrigante.
È raro vedere dei robot cingolati in questa categoria, le difficoltà non sono poche, peso, dimensioni e meccanica fanno sì che vi siano ben pochi seguaci.
La miglior aderenza e stabilità di un cingolato dovrebbe essere evidente senza aggiungere tante parole, nel progetto affronteremo la costruzione della meccanica, rimandando per l'elettronica ad altri articoli già apparsi su questa rivista.

PREPARIAMO I MATERIALI

Per questo progetto il materiale non lo trovate in tutti i negozi e forse dovrete girare un po', vi do un'indicazione di dove trovarlo in rete citando i prezzi di volta in volta, chiaro che se i prezzi cambiano dovrete ingegnarvi nell'adattarne altri.
Basetta millefiori: la trovate in ogni negozio di elettronica, con una di dimensioni 10x16 cm facciamo tutta la meccanica, si può sostituire con qualsiasi cosa abbia più o meno quelle caratteristiche e forma, ho usato la basetta perché è leggera, sufficientemente resistente e i millefiori semplificano la vita nei tagli e nelle misure. Una basetta simile costa circa 3 Euro.
Barra filettata: una normale barra filettata da M3, questa la trovate ovunque (non in farmacia ovviamente), ne serve circa 30 cm ma credo venga venduta a pezzi da 1 mt o, se siete fortunati, da 50 cm.
Ingranaggi: li ho presi on line dal sito Opitec, ne servono quattro da 38 denti modulo 2 (diametro circa 39 mm) e 2 da 18 denti sempre modulo 2 diametro circa 20 mm; tra gli ingranaggi mettiamo anche la catena di distribuzione, acquistata nello stesso modo, è specifica per questi ingranaggi e ne servono due pezzi da circa 30 cm, le maglie della catena si possono aprire (con molta delicatezza) in modo da ottenere la lunghezza giusta e quindi chiudere ad anello la stessa; i prezzi ve li guardate sul sito così non avrete sorprese.
Alberi motore & C.: un tubetto di ottone da 4 mm di diametro esterno, questo tubo ha un diametro interno da 3 mm, ideale per infilarci dentro l'albero da 3 mm, di entrambi ne bastano meno di 10 cm, stesso metodo di acquisto, stesso discorso per i prezzi.
Vedete un dettaglio dei materiali nella figura 2.

Servocomandi: qui a voi la scelta, vanno bene tutti (parliamo di quelli a dimensioni standard) salvo il fatto che vanno modificati per la rotazione continua; su www.roboitalia.com trovate una guida su come fare, a questo proposito vi consiglio di lasciare il potenziometro o sostituirlo con un trimmer e non con due resistenze, questo al fine di poter tarare i due servo nello stesso modo.
Per questa applicazione i servo comandi sono montati in modo speculare, quindi se vogliamo che il nostro minisumo vada avanti, gli stessi dovranno girare uno in senso

orario e l'altro antiorario, avete quindi due possibilità:

1) invertire i fili del motore all'interno del servo.
2) Ricordarsi di questo quando farete il software e quindi inviare comandi invertiti.

COMINCIAMO A LAVORARE

Prendete la basetta millefiori e tagliatela per ottenerne una da 83x65 mm, queste misure dovrebbero coincidere all'incirca con una fila di fori, limate la dentellatura dei bordi e cercate di fare in modo che lo spazio tra il bordo e la prima fila di fori sia più uguale possibile, questo ci aiuterà a mantenere la simmetria nel nostro progetto.
Fatto? Bene mettete da parte questa basetta.
Prendete la basetta rimasta e tagliatela a 89 mm di lunghezza (la misura strana è per far coincidere il taglio con una fila di fori), mentre per la larghezza fate in modo che sia due file di fori in più di quella di prima. Limate i bordi con le stesse accortezze di cui sopra.
Adesso dobbiamo fissare i servo, lo faremo sulla basetta più stretta delle due, i fori metallizzati della basetta vanno rivolti in alto (a contatto con i servo) questo perché useremo le piazzole per saldare i sensori di bordo ring. Per fissare i servo abbiamo bisogno di quattro staffe ad "L", per ricavarle io ho tagliato a fette un profilato di alluminio, appoggiate i servo alla basetta in modo speculare, orientatevi con i fori della basetta, la distanza dal bordo posteriore della basetta dovrà essere tale da avere un allineamento tra il bordo e l'ingranaggio una volta montato sul servo, nel nostro caso ciò corrisponde a quattro file di fori, segnate i fori e procedete al fissaggio delle staffe.
Prendete la basetta più larga e sovrapponetela alla prima, segnate in corrispondenza dei fori per il fissaggio delle staffe e forate. Fate un terzo foro sulle due basette al centro della parte anteriore.
Tagliate 2 pezzi di barra filettata da M3 di 7/7,5 cm di lunghezza e un pezzo da 5 cm, le due barre lunghe vanno dietro nei fori appena fatti e quella corta davanti, servono quattro dadi per ogni barra per fissare le due piastre, mentre i due dadi che sostengono la piastra superiore li regolerete in modo da tendere il cingolo dopo averlo montato (lo faremo fra un po'), guardate le figure 3 e 4 che dicono più di mille parole…

Come vedete dalla figura 4, nella basetta superiore è fissato un il tubo di ottone che regge i due ingranaggi piccoli, procedete così: tagliate un pezzo di tubo da 4 mm lungo quanto la larghezza della basetta, eliminate con molta cura le bave e cercate di pulire il tubo anche internamente (con una pallina di carta imbevuta di alcool, la spingete da una parte all'altra con gli alberi motore da 3 mm). Dobbiamo ora stagnare il tubo alla basetta: allineate il tubo posizionandolo tra due file di fori della basetta in modo da vedere un po' di piazzole metallizzate sia davanti che dietro al tubo, tenetelo fermo con qualche molletta (senza schiacciarlo!) e stagnate abbondantemente lungo tutto il tubo; l'allineamento con i fori della basetta è importante per non avere un cingolato zoppo per cui fate questa operazione con cura!
Montiamo gli ingranaggi piccoli: prendiamo l'alberino da 3 mm e ne tagliamo due pezzi da circa 3/3,5 cm e li inseriamo negli ingranaggi, servirà qualche colpetto con un martello ma non lo fate direttamente sull'albero, interponete un pezzo di legno per non ammaccarlo, l'estremità libera dell'albero va inserita nel tubo (uno per lato ovviamente) prima di farlo pulite bene da bave o scorie e magari mettete una goccia di lubrificante, se l'albero non gira dentro il tubo significa che è rimasta qualche scoria o avete piegato qualcosa.
Dedichiamoci al montaggio dei quattro ingranaggi grandi.
Due sono da montare sui servomotori, per fare questo è necessario limare il bordo indicato nella foto (figura 5), questo perché, è bene ricordarlo, il minisumo deve avere dimensioni massime di 10x10 cm.
Tra gli accessori dei servo avrete sicuramente anche una croce o una

Figura 2: *Materiale necessario per la costruzione*

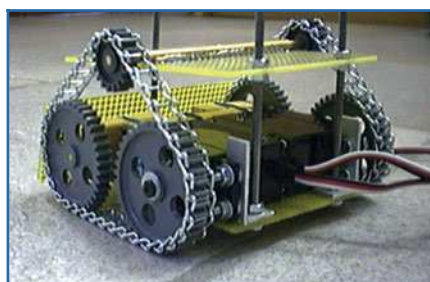



Figura 3: *Dettaglio staffe servomotori e barre filettate per il sostegno della seconda basetta*

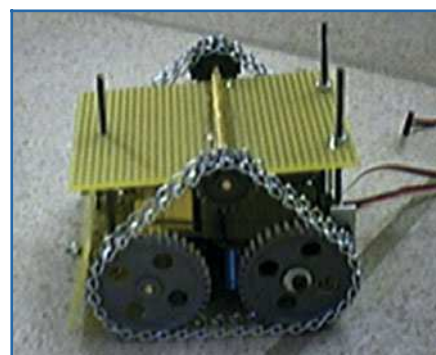



Figura 4: *La seconda basetta fissata sopra, qui sopra potete alloggiare l'elettronica di controllo*

Figura 5: Dettaglio ingranaggio, la freccia indica il bordo da limare

Figura 6: Uno degli accessori dei servomotori, limate via il piccolo bordo al centro

Figura 7: Supporto albero per l'ingranaggio anteriore

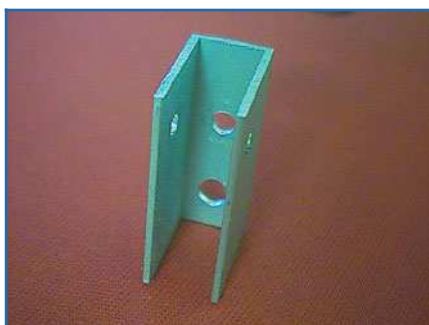



Figura 8: I due fori sul lato stretto servono per fissarlo alla basetta millefori

ruota con dei forellini tipo quella della figura 6.

Anche qui vedete un piccolo bordo al centro, limatelo via, ingranaggio e accessorio devono appoggiarsi tra loro. Fissate l'accessorio al servo, appoggiateci sopra l'ingranaggio e con la vite in dotazione serrate il tutto, ora dovete "legare" l'ingranaggio all'accessorio del servo facendo passare un sottile filo di rame o ferro nei fori dell'ingranaggio e dell'accessorio in modo che tra loro non girino a vuoto. Fate la stessa cosa per l'altro servocomando. Controllate che la larghezza ottenuta fino a questo momento non superi i 9,7 cm, (se avete accostato bene tra loro i servo dovreste avere 9,6 cm).
Dobbiamo ora preparare il supporto asse per gli ingranaggi anteriori e qui serve un profilato a "U" di alluminio (sempre presente nei centri fai da te), le dimensioni sono di 1,5 cm per i due lati paralleli e di 1 cm per la base. Dovremo fare due fori sulla base per fissarlo alla basetta e un foro che attraversa i due lati paralleli, in particolare questo foro va a 1 cm dalla base, questa è infatti la stessa misura dell'albero motore del servo, guardate le figure 7 e 8.

Prendete un alberino da 3 mm e tagliatene un pezzo lungo 3 cm come da figura 9, avrete quindi il tutto assemblato come in figura 10.

Prendete le misure sulla basetta inferiore e forate per fissare questo supporto, facendo in modo che tra ingranaggio posteriore e anteriore (misurando gli esterni) non superiate gli 8,5 cm. Ripetete il tutto per l'altro ingranaggio anteriore.

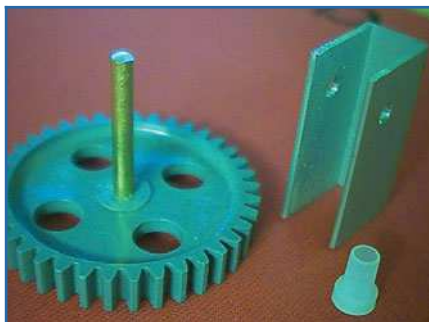



Figura 9: Supporto albero, albero e ingranaggio anteriore

Ci siete? Bene!
Ora montiamo la basetta superiore inserendola nelle tre barre filettate, avremo avvitato prima un dado per sostenere la basetta in ognuna delle barre, cercate di tenere una distanza tra le due basette tale da riuscire ad infilare un pacco batterie tra le due.
Se gli ingranaggi piccoli sono montati, vi trovate più o meno nella situazione di figura 3, a meno dei cingoli, che andremo presto a montare.
Con un pezzo di spago prendete la misura facendo il giro che dovrà fare la catenella, con delle pinze a punta fine aprite delicatamente, ma solo un po', l'occhiello della maglia per staccare un pezzo di catena della lunghezza che serve. Chiudete ad anello il pezzo di catena e richiudete gli occhielli della maglia. Fate la stessa cosa per ottenere anche l'altro cingolo (contate le maglie, devono essere uguali).
Avvitando i dadi sulla barra filettata avvicinate le due basette in modo da riuscire a montare i cingoli agevolmente, una volta ingranati alzate la basetta superiore per tendere i cingoli e sostenetela nella posizione giusta regolando i dadi (il cingolo non deve essere teso, un po' di gioco ci deve essere).

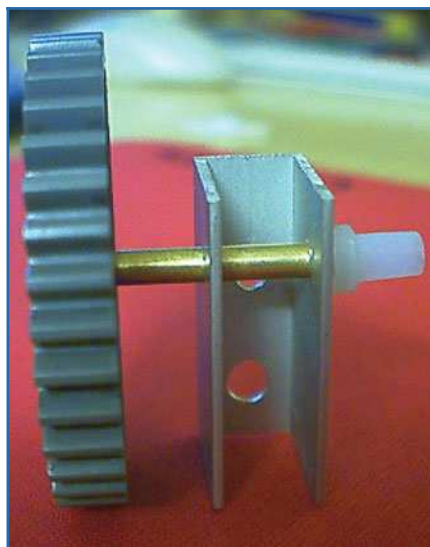



Figura 10: Il semplice montaggio, non resta che fissarlo alla basetta

Figura 11: *Particolare del fissaggio dell'elastico al cingolo*

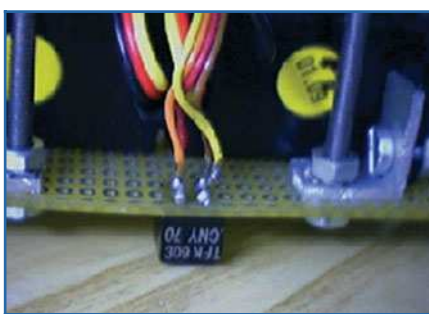



Figura 12: *Particolare del fissaggio sensore di bordo ring*

Ci siamo quasi!
Prendete un elastico di quelli larghi, di solito sono verdi o marroni, tagliatelo ad una lunghezza di 1 cm in meno della lunghezza del cingolo, il taglio deve essere netto e ben diritto. Richiudetelo ad anello usando una di quelle supercolle istantanee. Mettete l'elastico attorno al cingolo e se necessario tendete un po' di più il cingolo con i dadi.
Per fare in modo che l'elastico non esca è sufficiente legarlo in tre punti più o meno equidistanti con un sottile filo di rame (ne trovate tanti dentro il comune filo elettrico flessibile), vedete il dettaglio in figura 11, non è necessario stringere.

Bene, ora montiamo i sensori di bordo ring, io ho usato dei CNY70 e ne ho montato uno dietro E due davanti, come visibile in figura 12.

Per l'elettronica e lo chassis vi lascio continuare da soli lasciandovi qualche foto.
Non dimenticatevi di perdere se mai doveste incontrarmi!

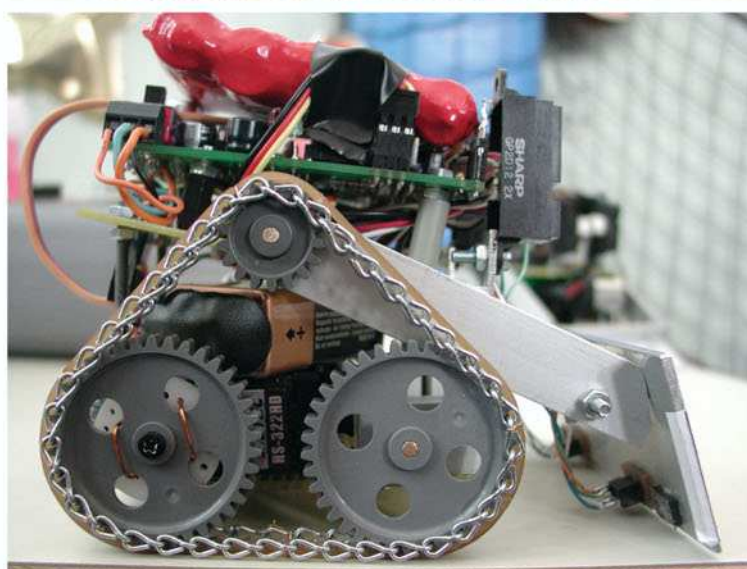
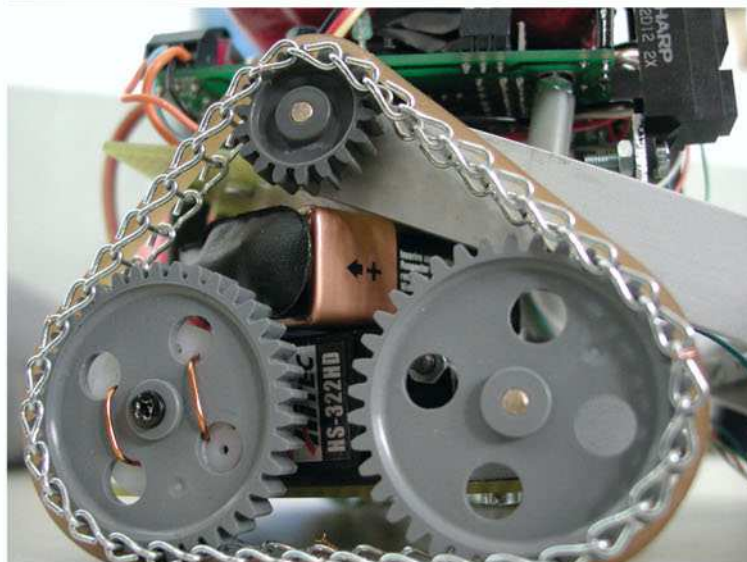
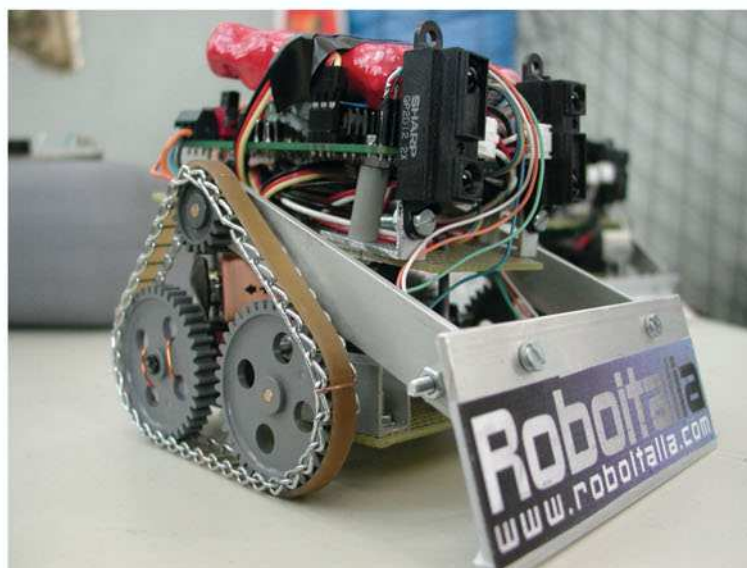



Figura 13: *Il mio "Mostro" ultimato*

INTRODUZIONE ALLA ROBOTICA: GLI ORGANI DI PRESA

di Massimiliano Bracci
m.bracci@farelettronica.com

"…la rivoluzione informatica (la terza rivoluzione industriale) è stata paragonata a quella industriale del primo Ottocento tanto che Internet è stato comparato alle ferrovie di due secoli fa: come accadde per lo sviluppo dei trasporti su rotaie la rete darà un enorme contributo all'economia.
…i robot contribuiranno a questo slancio…"

INTRODUZIONE

Nell'articolo precedente sono state esaminate alcune strutture usualmente impiegate per la realizzazione dei robot. In questo articolo parleremo degli organi di presa e tratteremo la funzione caratterizzante il robot: la manipolazione(figura 1).

Gli oggetti devono essere prima afferrati e successivamente lasciati: nel caso in cui gli oggetti da afferrare abbiano una geometria elementare, quale quella cilindrica, parallelepipeda, etc. possono essere impiegati organi di presa generici, tuttavia molto spesso gli organi di presa devono essere progettati specificatamente in funzione dell'oggetto da manipolare.

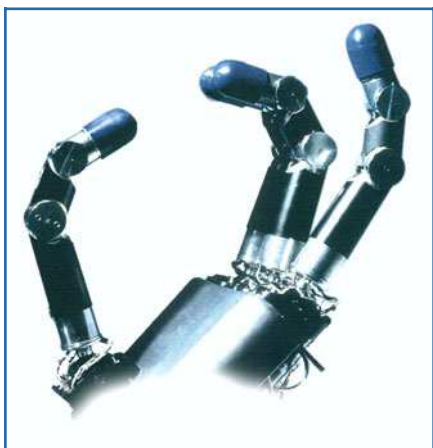



Figura 1: *La manipolazione*

TIPOLOGIE DEGLI ORGANI DI PRESA

Analizzando la mano umana dal punto di vista meccanico si constata che la sua struttura è formata da una serie di aste rigide tra loro variamente articolate e tenendo in considerazione anche le articolazioni del polso essa possiede un numero di gradi di libertà complessivamente pari a 22. Essendo un elemento con sovrabbondanti gradi di libertà, la mano umana si adatta bene a prendere ed a movimentare oggetti di forma e dimensione diversa ed è una ottima "pinza" di tipo universale. La situazione nel campo dei robot è invece molto più limitata.

Confrontando le caratteristiche di chiusura della mano umana e quella di sistemi meccanici con un numero di dita inferiore a cinque, si è constatato che mediante quattro dita si riesce a manipolare il 99% degli oggetti normalmente afferrati dalla mano umana. Con tre dita le possibilità del mezzo scendono al 90%, mentre con due si arriva al 40%.

Un maggior numero di articolazioni e di gradi di libertà rende logicamente tutto il sistema di manipolazione più complesso, sia dal punto di vista meccanico che da quello di controllo e comando con la conseguenza di aumenti di costi di realizzazione. Inoltre non va trascurato l'aumento di peso dell'organo di presa durante la movimentazione, sviluppando così sollecitazioni indesiderate a causa dell'aumento di forze peso e forze d'inerzia. È necessario quindi trovare un compromesso tra le necessità contingenti all'applicazione e l'aumento dei costi e di potenziali problemi derivanti da sistemi più complessi.

Nel precedente numero si è detto che per posizionare ed orientare un oggetto occorrono come minimo 6

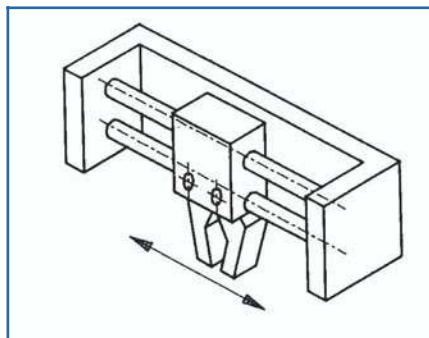



Figura 2: *Pinza ad un grado di libertà*

gradi di libertà. Il braccio di un robot è in grado, grazie ai tre gradi di libertà di cui è dotato, di raggiungere un punto qualsiasi nel proprio spazio di azione, successivamente sarà il polso e l'organo di presa del robot con i propri tre movimenti (almeno) ad assicurare l'orientamento desiderato.

Il tipo più semplice che si può immaginare per un organo di presa è quello in figura 2 dove una pinza, formata da due dita, può spostarsi mediante un moto di traslazione lungo le guide.
Il passo successivo in termini di difficoltà di realizzazione può essere pensato come rappresentato in figura 3 dove si aggiunge al precedente due ulteriori gradi di libertà grazie all'adozione di un polso dotato di un movimento di traslazione verticale e uno di rotazione.

Per una corretta progettazione possiamo andare a definire alcune caratteristiche di organi di presa valide in generale:

- Deve essere in grado di afferrare gli oggetti con una forza sufficiente ad evitare che durante la movimentazione le forze agenti sul pezzo (forza peso, forza d'inerzia, forza centrifuga) determinino la caduta.
  La forza di afferraggio comunque non dovrà essere troppo elevata per evitare il danneggiamento dell'oggetto.
- Deve possedere una precisione di movimento per assicurare una corretta presa.
- Deve essere affidabile: possedere cioè la capacità a svolgere determinate funzioni nelle condizioni assegnate per il periodo di tempo prefissato.
- Deve essere in grado di resistere alle ostilità dell'ambiente di impiego.

Figura 3: Pinza a tre gradi di libertà

In base al tipo di azionamento utilizzato per i movimenti di chiusura e apertura degli organi di presa è possibile fare tre distinzioni: quelli ad azionamento meccanico (rigidi e flessibili), quelli che sfruttano il vuoto e infine gli organi di presa ad azionamento magnetico.

Afferraggio di tipo meccanico
Questo tipo di afferraggio con elementi rigidi è in assoluto quello più adottato.

La chiusura e l'apertura degli organi di presa, usualmente indicati con il nome di dita, pinze,ganasce o gripper, avviene grazie all'azionamento di un attuatore che può essere un motore elettrico oppure un cilindro a funzionamento oleodinamico (oppure pneumatico).
Mediante un motore elettrico si possono ottenere dei movimenti più ampi rispetto ai cilindri ma spesso sono richiesti dei meccanismi di riduzione del moto più complessi.
Con i cilindri si possono regolare con semplicità sia forze che velocità di chiusura delle pinze. I cilindri a funzionamento oleodinamico, in particolare, a parità di dimensione con le altre tipologie, offrono la possibilità di ottenere forze di chiusura più elevate.
I comandi di apertura e di chiusura delle pinze possono essere di tipo on-off o di tipo continuo con un controllo ad anello chiuso della forza di serraggio.
Qualunque sia l'attuatore utilizzato per l'azione di serraggio si ha

Figura 4: Cinematismi per pinze

comunque il problema di trasformare il moto rotatorio dei motori e quello rettilineo dei cilindri nel moto di accostamento (allontanamento) delle pinze dell'organo di presa. Questo problema meccanico può essere risolto mediante opportuni cinematismi come quelli schematizzati in figura 4.

Nel caso di pinze con dita di tipo rigido o semirigido si possono avere due differenti tipi di accostamenti all'oggetto: mediante la rotazione delle due parti della pinza attorno ad uno o due distinti fulcri con strutture meccaniche mediante sistema articolato, a doppio sistema articolato mediante camme, oppure con molle (figura 5).

Figura 5: *Cinematismi – sistema articolato*

Uno dei modi particolarmente utilizzato per la chiusura e apertura è quello con una camma conica.
Mediante l'avanzamento della camma, particolare (1) figura 6 si permette la chiusura delle ganasce e mediante la rotella (2) si riduce l'attrito. L'apertura si realizza con il retrocedere della camma e la chiusura mediante l'azione delle molle (3).
Nel caso di presa meccanica di tipo flessibile le pinze si accostano al pezzo mantenendosi tra loro in modo parallelo, effettuando quindi una semplice traslazione realizzata ad esempio mediante una cremagliera e ruote dentate (figura 7).

Per migliorare l'afferraggio tra le ganasce e l'oggetto si possono utilizzare dei terminali, come in figura 8 dove con (a) si è indicato un tipo di terminale di pinza completamente metallico formato da una lamina sottile tale da flettersi quando gli sforzi di chiusura diventano elevati. In (b) si ha ancora un elemento di contatto metallico incernierato sulla parte fissa della pinza in modo che durante la presa si possa adattare all'oggetto. Infine in (c) sono indicate alcune possibilità con parte finale in gomma.

Come ultimo caso di organo di presa meccanica (figura 9) si può ricordare un tipo di sistema a dita deformabile pneumaticamente. L'immissione di aria provoca il rigonfiamento (la curvatura) di un soffietto.
Viene immessa dell'aria compressa in una camera che presenta due pareti opposte con diverso grado

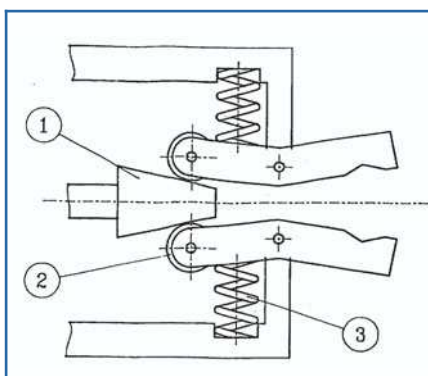



Figura 6: *Pinza con chiusura mediante camma conica*

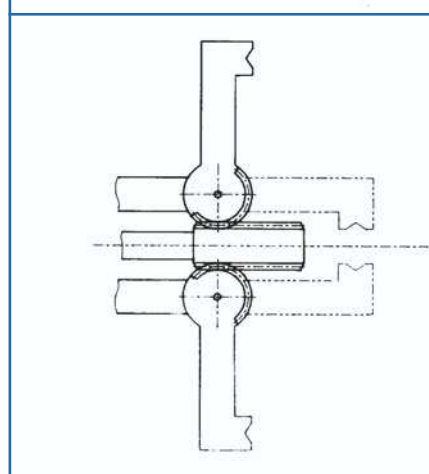
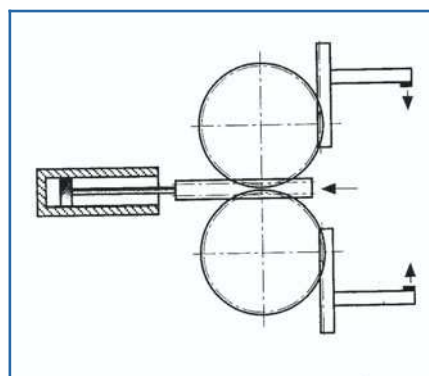



Figura 7: *Cinematismi per pinze – accostamento traslatorio*

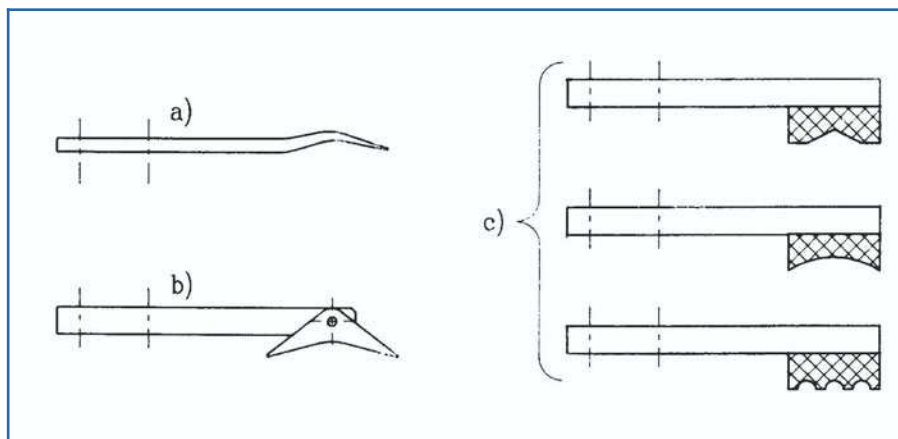



Figura 8: *Dita intercambiabili*

di deformabilità. La parte del dito che afferrare l'oggetto è realizzata con una superficie liscia, mentre la parte opposta presenta un soffietto che risulta più deformabile in senso longitudinale, per cui quando si immette aria in pressione, l'elemento, si deforma incurvandosi.
È evidente che con tale sistema si potrà manipolare solamente oggetti leggeri e fragili.

Figura 9: *Dita deformabile pneumaticamente*

Afferraggio mediante vuoto
In questi sistemi di presa si impiegano delle ventose in cui viene provocata una depressione che determina l'adesione dell'oggetto da sollevare.
Le ventose vengono usualmente realizzate con materiali elastici (in genere neoprene) per consentire il loro adattamento all'oggetto. Il tipo di ventose maggiormente impiegate sono del tipo in figura 10.

In (a) si ha la rappresentazione di una ventosa di gomma dura-semplice utilizzata per una presa di tipo generico.In (b) una ventosa con risalti utilizzata per la manipolazione di oggetti sottili. Infine la rappresentazione in (c) mostra una ventosa a labbro esteso necessaria per l'afferraggio di oggetti dove la maggior deformabilità dei bordi assicura una migliore presa.

La scelta del tipo e del numero di ventose che devono essere utilizzate per la presa dipende non solo dalla forma, dalla dimensione e dal peso dell'oggetto da manipolare, ma dal calcolo del progetto si deve considerare anche l'azione della forza d'inerzia che può creare uno scorrimento indesiderato durante la presa.

Afferraggio con presa magnetica
Se devono essere manipolati oggetti ferromagnetici si può fare ricorso all'impiego di questi sistemi che si distinguono in organi di presa a magneti permanenti e organi di presa elettromagnetici.
Il distacco dell'oggetto, nel caso dell'utilizzo di magneti permanenti, sarà effettuato mediante un estrattore (figura 11).

Nel dimensionamento di questo organo di presa si deve far attenzione alla conformazione della presa in quanto la forza esercitata da un campo magnetico diminuisce rapidamente all'aumentare della distanza tra l'elemento magnetizzatore e l'oggetto.
Nel caso dei dispositivi elettromagnetici per allontanare l'oggetto è necessario solamente interrompere la corrente nel circuito di alimentazione della bobina.

CONCLUSIONI

Nella prossima puntata parleremo della capacità sensoriale dei robot entrando in merito ai sensori si forza, tattili e sistemi di visione.

Figura 10: *Ventose*

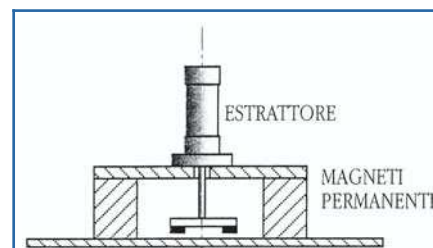



Figura 11: *Presa magnetica*

CDROM 2003: UN ANNO "DI FARE ELETTRONICA"

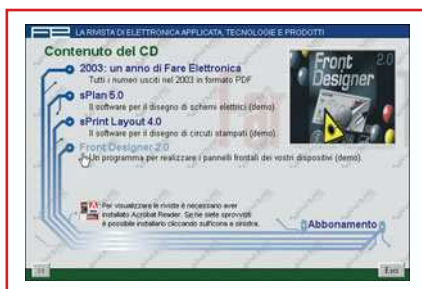
Un intero anno di "Fare Elettronica" (e non solo!) tutto in un CDROM. Un nuovo modo per avere sempre a portata di mano i consigli, gli articoli e tutti i contenuti della tua rivista preferita. Scopriamolo insieme navigando nel menu interattivo che appare con l'avvio automatico.

Perché un CDROM? Perché chi ha a che fare con l'elettronica, avrà sicuramente un PC. E allora, cosa meglio di un CDROM poteva racchiudere una così vasta fonte di progetti come una intera annata di "Fare Elettronica"?
In questo modo è anche possibile disporre di tutti i files relativi ai progetti che normalmente sono disponibili per il download sul sito della rivista.

IL MENU INTERATTIVO

Se sul vostro PC è abilitato l'avvio automatico dei CD, è possibile accedere al menu interattivo accettando le note sul copyright che appaiono all'inserzione del CD.
In alternativa è possibile avviare manualmente il menu lanciando il programma start.exe. Ed ecco il contenuto del prezioso "forziere" elettronico: tutti i numeri di "Fare Elettronica" usciti nel 2003, le versioni demo dei software Abacom per il disegno tecnico e la possibilità di sottoscrivere l'abbonamento alla rivista a condizioni estremamente vantaggiose.

LE RIVISTE E I DOWNLOADS

Cliccando sulla prima voce del menu "2003: un anno di Fare Elettronica" si accede alla sezione dedicata alle riviste. I numeri contenuti nel CD sono tutti quelli del 2003 ovvero dal n. 211 (Gennaio 2003) al n. 222 (Dicembre 2003) in cui sono compresi 3 numeri doppi.
Le riviste sono presentate in gruppi di tre numeri consecutivi e cliccando sulla copertina si accede al relativo file pdf.
File pdf? Il formato pdf (Portable Document Format) è oramai lo standard per i documenti in formato elettronico. I file pdf possono essere realizzati in varie risoluzioni ed è possibile leggerli utilizzando il famoso Acrobat Reader, un software gratuito che troverete anche nel CD.
I pdf delle riviste sono ad alta risoluzione, il che significa che se decidete di stamparle, o comunque stampare le parti che più vi interessano, avrete un risultato confrontabile con quello tipografico!
La versione di Acrobat Reader è l'ultima disponibile alla data di realizzazione del CDROM.

Se ad un determinato numero sono associati dei files per il download (sorgenti, programmi o documentazione di supporto agli articoli) trovate il collegamento alla sezione downloads del CD relativa al numero.

I SOFTWARE DEMO

I software dimostrativi contenuti nel CDROM sono sPlan 5.0, sPrint Layout 4.0 e Front Designer 2.0. Il primo è studiato appositamente per il disegno degli schemi elettrici: facilissimo da usare dispone di moltissimi simboli grafici standard con cui poter disegnare schemi elettrici dall'aspetto veramente professionale.
Per aumentare la flessibilità del software è anche possibile costruire librerie di simboli personalizzati o modificare quelle già esistenti. Per avviare l'installazione basta cliccare sull'immagine di sPlan nella relativa pagina. sPrint Layout consente invece la realizzazione dei circuiti stampati. Pur non possedendo la modalità di sbroglio automatico, è possibile realizzare pcb su doppia faccia di dimensioni fino a 300x300 mm. La possibilità di importare una immagine bitmap consente di ricostruire un master a partire da una foto o da una immagine acquisita mediante uno scanner.
La funzione "photoview" consente di vedere il circuito stampato così come apparirebbe una volta prodotto (funzione utilizzata anche nella rivista).
Per visualizzare progetti realizzati con sPrint e sPlan vengono forniti gratuitamente i relativi software di visualizzazione che ovviamente non potevano mancare nel CDROM.
A completare il "corredo del progettista", Front Designer offre la possibilità di realizzare i pannelli frontali disponendo di moltissime librerie di simboli standard, comunque personalizzabili.

L'ABBONAMENTO

Se sei interessato ad abbonarti alla rivista Fare Elettronica, nel CD trovi sia il link per ordinare il tuo abbonamento via Internet, sia il modulo per richiederlo via fax. L'abbonamento comprende 11 numeri a €39,00 anziché €51,00 con un risparmio di ben €12,00. Se sei in possesso del CDROM "Annata Fare Elettronica 2003" puoi risparmiare ancora! **Indicando il codice riportato nel CDROM potrai abbonarti a soli €35,00 con un ulteriore risparmio di €4,00!**

IL PREZZO

Il CDROM ha un prezzo speciale di €25,00 e può essere ordinato telefonando allo 02-66504794 oppure inviando una email completa di dati anagrafici all'indirizzo **ordini@farelettronica.com.**

Ricordiamo che già dal mese di maggio sono disponibili i "Bundles di Fare Elettronica", con i quali è possibile acquistare il CDROM + un arretrato di Fare Elettronica a soli €30,00. Per saperne di più sui bundles visita la pagina www.farelettronica.com/bundle

Scheda di richiesta abbonamento

FE - 228

Si, desidero abbonarmi a FareELETTRONICA a partire dal primo numero raggiungibile

Cognome ______________________ Nome ______________________

Azienda ____

Via ______________________ CAP __________ Città ______________ Prov. ______

Tel. ______________ Fax ______________ email ______________________

Abbonamento: *(barrare la casella prescelta)*

❑ **Standard:** Mi abbono a Fare Elettronica per un anno (11 uscite) a soli € 39,00 anziché € 51,00

❑ **Rinnovo:** Sono già abbonato ed intendo rinnovare il mio abbonamento in scadenza. Fare Elettronica per un anno (11 uscite) a soli € 39,00 anziché € 51,00, il mio codice abbonamento è ______________

❑ **Regalo:** Regalo ad un amico Fare Elettronica per un anno (11 uscite) a soli € 35,00 anziché € 51,00
Riservato agli abbonati, il mio codice abbonamento è ______________

❑ **Scuole:** Cinque abbonamenti a Fare Elettronica per un anno (11 uscite) a soli € 156,00 anziché € 195,00
Riservato a Scuole ed Università

Pagherò con: *(barrare la casella prescelta)*

❑ **Bollettino postale** Utilizzare il **C/C N. 22790232** intestato ad **Inware srl**, indicando nella causale **"Abbonamento a Fare Elettronica"**

❑ **Bonifico bancario** Appoggiarlo sulla banca: **Poste Italiane**
CIN: Z - ABI: 07601 - CAB: 01600 - C/C: 000022790232

❑ **Carta di credito** VISA MasterCard
Titolare: ________________________
Numero: ________________________ Scadenza: __ / __

Per completare l'attivazione dell'abbonamento, prego comunicare gli estremi (data e modalità prescelta) dell'avvenuto pagamento via telefono al numero (+39) 02.66504794 o via fax al numero (+39) 02.66508225

Firma ______________________

Privacy. Il trattamento dei dati, in forma automatizzata e con modalità strettamente connesse ai fini, con garanzia di riservatezza, è finalizzato all'invio del presente periodico allo scopo di informare ed aggiornare i lettori e gli operatori del settore elettronico sulle novità che il mercato propone. Potranno essere esercitati i diritti di cui all'articolo 13 della legge 675/96 (accesso, correzione, cancellazione, opposizione al trattamento, ecc.). Il titolare del trattamento dei dati è Inware srl con sede a Cormano (MI) in via Cadorna 27/31. Nel caso si tratti di copia omaggio a titolo promozionale si rende noto che i dati provengono da archivi pubblici. Resta inteso che le informazioni in ns. possesso non saranno in nessun caso cedute a terzi.

Abbonati subito!

- Compila il coupon e invialo via fax al numero 02.66508225
- Abbonati on-line: www.farelettronica.com
- Spedisci questo coupon in una busta chiusa a INWARE Edizioni Via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
- Chiamaci al numero 02.66504794